

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA FERREIRA SEHABER

ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO DA
BR-376 NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2012

CURITIBA
2013

VANESSA FERREIRA SEHABER

ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO DA
BR-376 NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2012

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Área de Concentração em Programação Matemática do Departamento de Matemática, Setor de Ciências Exatas e do Departamento de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Jair Mendes Marques

CURITIBA
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

VANESSA FERREIRA SEHABER

**ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO DA
BR-376 NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2012**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, do Departamento de Matemática, Setor de Ciências Exatas e do Departamento de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. Jair Mendes Marques
Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos
em Engenharia - PPGMNE, UFPR

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
Campus Ponta Grossa

Prof. Dra. Sachiko Araki Lira
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Curitiba, 27 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

À Deus, acima de tudo, pelo dom da vida e por estar sempre comigo, proporcionando oportunidades, momentos, caminhos e planos de vida.

À minha família, pelo amor, carinho, apoio, estímulo, ensinamentos e proteção.

Ao meu orientador, professor Jair, pelos ensinamentos, aprendizado, acompanhamento e disposição na realização deste trabalho e durante o mestrado. Ao meu co-orientador, Anselmo, pela disponibilidade durante o desenvolvimento do trabalho. Suas contribuições foram imprescindíveis a este estudo.

Aos meus amigos, pelo companheirismo, amizade, conselhos, estímulos, enfim, simplesmente por todos os momentos. Me proporcionaram a divisão de muitos momentos de angústia, alegria e amizade, especialmente, aqueles com quem pude ter o prazer de conviver mais. Àquelas que também merecem um agradecimento mais que especial, minhas amigas Tatiane, Lilian, Marina e Flávia, e meus amigos Adriano, Guilherme, Fábio e Maiko.

A Polícia Rodoviária Federal por disponibilizar os dados para a realização deste trabalho.

Ao Nivaldo Aparecido Minervi, que trabalha na Polícia Rodoviária Federal, por me ajudar com questões específicas relacionadas à este trabalho.

Aos professores do PPGMNE pelos ensinamentos e experiência transmitidos.

Ao professor Walmes Marques Zeviani por me ajudar em dificuldades de programação em R.

À Maristela Bandil, que com sua alegria, dedicação, amizade, espontaneidade e empenho, contribuiu em muito durante período do mestrado.

Aos membros da banca, professores Guataçara e Sachiko, por aceitarem participar e contribuir no trabalho, muito obrigada.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

Seja qual for o seu sonho, comece.
Ousadia tem genialidade, poder e magia.

Goethe

RESUMO

Veículos em tráfego estão sujeitos à acidentes, e em função da grande quantidade de acidentes que ocorrem nas rodovias é que objetivou-se analisar os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-376, no período de 01/01/2009 a 30/04/2012, a fim de encontrar variáveis latentes e canônicas que exprimissem as interrelações entre os dados oriundos dos boletins de ocorrência da Polícia Federal Rodoviária do Paraná. Algumas técnicas da estatística multivariada foram utilizadas, como a análise de componentes principais, análise fatorial exploratória e a análise de correlação canônica a fim de encontrar os quilômetros mais críticos associados às principais variáveis latentes e aos pares de correlação canônica. Foram analisados 40 boletins de ocorrência mensais dos acidentes de trânsito da BR-376, que é uma rodovia federal diagonal que corta o estado do Paraná de noroeste à sudeste, e que possui a maior proporção de acidentes dentre as 15 rodovias federais edificadas que cortam o estado do Paraná. Os boletins possuem quatro conjuntos de dados referentes aos acidentes na rodovia, aos veículos, aos condutores e às pessoas envolvidas no acidente de trânsito, porém este último conjunto não pôde ser utilizado devido a grande proporção de dados faltantes. Após organizar os dados, decidiu-se realizar as análises estatísticas multivariadas de um em um quilômetro para identificar os quilômetros mais perigosos. Após observar o histograma da incidência dos acidentes na BR-376 no período considerado, decidiu-se dividir os conjuntos de dados em dois grupos, pois haviam duas regiões com maiores incidências de acidentes e que as características de uma região poderiam diferir uma da outra. Para contornar problemas de variáveis próximas da dependência linear, explorou-se métodos de descarte e de transformação de variáveis, onde esta última foi utilizada, pois estabilizou a variância entre os dados. Verificou-se que os dados não atendiam a normalidade multivariada e, para estimar o modelo fatorial, utilizou-se o método de componentes principais. A análise fatorial exploratória foi aplicada no conjunto de dados referente aos acidentes na rodovia para encontrar as principais interrelações para então realizar a análise de correlação canônica entre os conjuntos de variáveis. Foi possível encontrar 7 fatores para cada grupo da BR-376, alguns comuns e outros mais específicos de cada região, e os escores fatoriais indicaram que os quilômetros mais problemáticos foram o 176 (Maringá) e o 668 (Serra de Guaratuba). A análise de correlação canônica mostrou que a correlação canônica entre os conjuntos acidentes na rodovia e veículos e entre os conjuntos acidentes na rodovia e condutores foi próxima de 1, ou seja, esses conjuntos são fortemente correlacionados. Esta técnica levantou as variáveis mais correlacionadas aos pares de correlação canônica. Os gráficos dos escores canônicos também indicaram os quilômetros 176 e 668 como os pontos mais críticos com relação as variáveis canônicas observadas.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito, Rodovia BR-376, Estatística Multivariada, Análise fatorial exploratória, Análise de correlação canônica.

ABSTRACT

Vehicles in traffic are subject to accidents, and, due to large amount of accidents that occur on highways, this work aimed to analyze the traffic accidents occurred on federal highway BR-376, in the period from 01/01/2009 to 30/04/2012 in order to find latent variables and canonical which express the interrelationships between data coming from police reports from the Polícia Rodoviária Federal do Paraná. Some of multivariate statistical techniques were used, as the principal component analysis, exploratory factor analysis and canonical correlation analysis in order to find the most critical kilometers associated with the main latent variables and with pairs of canonical correlation. Analyzed 40 monthly police reports of traffic accidents in the BR-376, which is a diagonal federal highway that bisects the Paraná estate from northwest to southeast, and has the highest proportion of accidents among the 15 federal highways built that cross the state. The bulletins have four sets of data relating to accidents on the highway, vehicles, drivers and people involved in traffic accidents, although the latter set could not be used because of the large proportion of missing data. After organizing the data, decided to perform the multivariate statistical analyzes by one to one kilometer to identify the most dangerous kilometers. After observing the histogram of the incidence of accidents on BR-376 in the period under consideration, decided to divide the data sets in two groups, because there were two regions with higher incidences of accidents and that the characteristics of a region could differ from one another. To work around problems of variables near linear dependence was explored methods of discard and transformation of variables, where the latter was used, because stabilized the variance between the data. It was found that the data did not attended the multivariate normality and, for estimating the factorial design, was utilized the method of principal components. Factor analysis was applied to the data set relating to accidents on the highway to find the principal interrelationships and then perform the canonical correlation analysis between the other sets of variables. Former were located 7 factors for each group of BR-376, some common and others more specific to each region, and the factor scores indicated that the kilometers were the most problematic 176 (Maringá) and 668 (Serra de Guaratuba). The canonical correlation analysis showed that the canonical correlation between the sets accidents on the highway versus vehicles and between the sets accidents on the highway versus drivers were close to 1, ie, these sets are strongly correlated. This technique raised the variables most correlated to the pairs of canonical correlation. The graphics of the canonical scores also indicated the kilometers 176 and 668 as the most critical points about the canonical variables observed.

Key-words: Traffic accidents, highway BR-376, multivariate statistics, exploratory factor analysis, canonical correlation analysis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – RODOVIA FEDERAL BR-376	24
FIGURA 2 – PROPORÇÃO DE ACIDENTES DAS BRS PARANAENSES - JAN/2009 A ABR/2012	29
FIGURA 3 – ACIDENTES MENCIAIS, ENTRE 2009-2012, NA BR-376	30
FIGURA 4 – SEXO DOS CONDUTORES	30
FIGURA 5 – IDADE DOS CONDUTORES	31
FIGURA 6 – ESTADO FÍSICO DOS CONDUTORES	31
FIGURA 7 – TIPO DE ACIDENTES	32
FIGURA 8 – USO DO SOLO	33
FIGURA 9 – FASE DO DIA	33
FIGURA 10– CONDIÇÃO METEOROLÓGICA	34
FIGURA 11– CAUSA DO ACIDENTE	34
FIGURA 12– TIPO DOS VEÍCULOS	35
FIGURA 13– ANO DO VEÍCULO	36
FIGURA 14– TRAÇADO DA PISTA	36
FIGURA 15– CLASSIFICAÇÃO DE UMA VARIÁVEL	39
FIGURA 16– HISTOGRAMA DOS ACIDENTES DA BR-376, EM INTERVALOS DE 10 EM 10 QUILOMETROS - JAN/2009 A ABR/2012	72
FIGURA 17– EXEMPLIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUALI- TATIVAS	73
FIGURA 18– GRÁFICOS <i>QQ-PLOT</i> - AVALIAÇÃO DA NORMALIDADE MUL- TIVARIADA DOS CONJUNTO DE DADOS ACIDENTES RODOVIA: GRUPO 1 E GRUPO 2.	82
FIGURA 19– GRÁFICO DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES - GRUPO 1	85

FIGURA 20– GRÁFICO DOS ESCORES FATORIAIS DO GRUPO 1 - FATORES 1 E 2	89
FIGURA 21– GRÁFICO DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES - GRUPO 2	97
FIGURA 22– GRÁFICO DOS ESCORES FATORIAIS DO GRUPO 2 - FATORES 1 E 2	98
FIGURA 23– MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS ACIDENTES- RODOVIA E VEÍCULOS	103
FIGURA 24– GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1	110
FIGURA 25– MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS CONDUTO- RES E ACIDENTES-RODOVIA	111
FIGURA 26– GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1	116
FIGURA 27– MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS ACIDENTES- RODOVIA E VEÍCULOS	117
FIGURA 28– GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1	123
FIGURA 29– MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS CONDUTO- RES E ACIDENTES-RODOVIA	124
FIGURA 30– GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1	129

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	– PERCURSO DETALHADO DA BR-376	25
TABELA 2	– QUADRANTE APROPRIADO PARA O ÂNGULO 4ϕ	56
TABELA 3	– VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO ACIDENTES RODOVIA	74
TABELA 4	– VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO VEÍCULOS	76
TABELA 5	– VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO CONDUTORES	78
TABELA 6	– TESTE DE HIPÓTESE PARA AVALIAÇÃO DA NORMALIDADE MULTIVARIADA DOS DADOS	82
TABELA 7	– RESULTADOS RELATIVOS ÀS ANÁLISES FATORIAIS DE ACIDENTES NA RODOVIA, ENVOLVENDO VARIÁVEIS TRANSFORMADAS E DESCARTADAS	83
TABELA 8	– ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA DO GRUPO 1	86
TABELA 9	– CLASSIFICAÇÃO DOS QUILOMETROS DE ACORDO COM CADA FATOR DO GRUPO 1	90
TABELA 10	– ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA DO GRUPO 2	94
TABELA 11	– CLASSIFICAÇÃO DOS QUILOMETROS DE ACORDO COM CADA FATOR DO GRUPO 2	98
TABELA 12	– TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K - CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS	104
TABELA 13	– ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K	105
TABELA 14	– RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - PERÍMETRO URBANO	105

TABELA 15 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA v_1 - FLUXO DE VEÍCULOS	107
TABELA 16 – TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K - CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA	111
TABELA 17 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K	112
TABELA 18 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - CON-DUTOR NEGLIGENTE	112
TABELA 19 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA v_1 - PE-RÍMETRO URBANO	114
TABELA 20 – TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁ-VEIS CANÔNICAS U_K E V_K - CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS	117
TABELA 21 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K	118
TABELA 22 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - VE-LOCIDADE INADEQUADA	118
TABELA 23 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA v_1 - FLUXO DE VEÍCULOS	121
TABELA 24 – TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K - CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA	125
TABELA 25 – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_K E V_K	125
TABELA 26 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - CON-DUTOR IMPRUDENTE	125
TABELA 27 – RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA v_1 - VE-LOCIDADE INADEQUADA	127

LISTA DE SIGLAS

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
PLA	Planejada
LEN	Leito natural
IMP	Implantada
PAV	Pavimentada
MTF	Multi-faixas
DUP	Duplicada
TRP	Pista tripla
EOI	Em obras de implantação
EOP	Em obras de pavimentação
EOD	Em obras de duplicação
TRV	Travessia
NURAM	Núcleo de de Registros de Acidentes e Medicina Rodoviária
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
EM	Erro Médio
REQM	Raíz Quadrada do Erro Quadrático
PRF	Polícia Rodoviária Federal
MSA	Medida de Adequacidade da Amostra
KMO	Kaiser-Meier-Olkin
BR	Brasil Rodovia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	17
1.4	TRABALHOS RELACIONADOS	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	RODOVIA	19
2.2	BR-376	23
2.3	ACIDENTES DE TRÂNSITO	28
2.4	DEFINIÇÕES PRELIMINARES E NOTAÇÕES	37
2.4.1	Vetor	37
2.4.2	Matriz	37
2.4.3	Estatísticas	38
2.4.4	Variável	39
2.5	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	40
2.6	NORMALIDADE MULTIVARIADA	44
2.7	ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA	45
2.7.1	Modelo Fatorial Ortogonal	47
2.7.2	Estimação do Modelo Fatorial: Método de Componentes Principais	49
2.7.3	Teste de Esfericidade de Bartlett	53
2.7.4	Medida de Adequacidade da Amostra (MSA)	53

2.7.5 Rotação dos Fatores	54
2.8 DESCARTE DE VARIÁVEIS E TRANSFORMAÇÃO DAS VARIÁVEIS	57
2.8.1 Métodos de Correlação Múltipla	58
2.8.2 Métodos de Componentes Principais	58
2.8.3 Métodos de <i>Clusters</i>	59
2.8.4 Transformação de variáveis	60
2.9 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA	61
2.9.1 Análise de Correlação Canônica	62
2.9.2 Correlações das variáveis canônicas com as variáveis originais e análise de redundância	67
2.9.3 Teste-F de Rao para o λ de Wilks	68
3 MATERIAL E MÉTODOS	71
3.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS	71
3.2 ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.1 ESTIMAÇÃO DO MODELO FATORIAL ORTOGONAL	81
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA	84
4.2.1 Análise Fatorial Exploratória do Grupo 1	85
4.2.2 Análise Fatorial Exploratória do Grupo 2	93
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔ- NICA	102
4.3.1 Análise de Correlação Canônica do Grupo 1	102
4.3.2 Análise de Correlação Canônica do Grupo 2	116
5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	130
REFERÊNCIAS	134
APÊNDICE – CÓDIGOS E PROGRAMAS UTILIZADOS	137
ANEXO – MANUAL DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA POLÍCIA RO-	

DOVIÁRIA FEDERAL 151

1 INTRODUÇÃO

Cotidianamente, acompanha-se nos meios de comunicação acidentes de trânsito com vítimas, dentre estas, algumas que são levadas ao óbito. Alguns motivos podem estar associados aos acidentes de trânsito como erro humano, velocidade excessiva, distância insuficiente em relação ao veículo dianteiro, desrespeito à sinalização, condições da pista, condições meteorológicas, dirigir sob efeito de drogas e/ou álcool, defeito mecânico em veículo, dentre outros (CESVIBRASIL, 2012).

De acordo com a Secretaria de Infraestrutura e Logística do Paraná (2012), a malha rodoviária do Estado do Paraná é composta por 15,8 mil quilômetros de rodovias, sendo quase 3,9 mil quilômetros de rodovias federais e 11,9 mil quilômetros de rodovias estaduais.

A BR-376 tem, aproximadamente, 690 quilômetros de malha rodoviária no estado do Paraná, ligando Mato Grosso do Sul à Santa Catarina. Corta o estado de noroeste à sudeste, passando por solo urbano e rural. Há alguns anos atrás foi chamada de Rodovia do Café, pois possuía o percurso mais indicado ao escoamento das safras cafeeiras ao Porto de Paranaguá, quando o café era a atividade agrícola mais importante do estado. No período de janeiro de 2009 à abril de 2012, a BR-376 foi considerada a rodovia com maior incidência de acidentes.

Em todo acidente ocorrido nas BRs, a Polícia Federal Rodoviária registra em seus boletins as informações e as características do acidente, além disso, informações dos objetos e das pessoas envolvidas. Assim, estatísticas univariadas podem ser levantadas com relação aos acidentes, mas não dão ideia das relações que existem (ou não) entre o conjunto dessas informações. Diante disso, o uso de técnicas da estatística multivariada podem ser utilizadas.

1.1 JUSTIFICATIVA

A análise estatística univariada, por melhor explorada que seja, pode não ser o suficiente diante da necessidade do pesquisador que busca informações sobre os fenômenos que interagem no processo em estudo. Logo, há a necessidade da aplicação das técnicas da estatística multivariada, visto que a mesma estuda a relação (ou parte sistemática) que há entre todas as variáveis simultaneamente e obtém informações sobre o todo de maneira sumarizada (MINGOTI, 2005).

Assim, análises que simpliquem as informações que advém das relações das variáveis do conjunto de dados referentes aos acidentes da BR-376 vêm a ser úteis para entender as causas desses acidentes e as causas de acidentes relacionadas à trechos específicos desta rodovia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Encontrar variáveis latentes que expliquem o agrupamento de variáveis relacionadas aos acidentes de trânsito na rodovia BR-376, no período de 01/01/2009 a 30/04/2012, por meio de técnicas estatísticas multivariadas, como a análise fatorial exploratória e a análise de correlação canônica.

1.2.2 Objetivos específicos

1. obter, por meio dos escores fatoriais e canônicos, os quilômetros mais perigosos;
2. identificar os fatores que explicam os acidentes de trânsito da rodovia BR-376 e o quanto estes fatores explicam do conjunto de variáveis;
3. apontar as variáveis canônicas que representam os diferentes conjuntos de dados referentes à BR-376 e o quanto estas variáveis canônicas explicam das variáveis dos conjuntos de dados.

1.3 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A importância deste trabalho está na determinação das relações entre variáveis envolvidas nos acidentes de trânsito com determinados quilômetros da rodovia, neste caso a BR-376. Utilizando técnicas da estatística multivariada para o propósito acima, consegue-se resultados objetivos que podem vir a ajudar em planejamentos para que haja redução dos acidentes, e consequentemente das vítimas, nos piores quilômetros da rodovia determinados por este trabalho.

1.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns trabalhos podem ser relacionados à aplicação de técnicas estatísticas multivariadas.

Com relação à análise fatorial exploratória, Bakke, Leite e Silva (2008) utilizaram essa técnica multivariada para analisar as variáveis de um inventário que avalia o estresse em enfermeiros que trabalham em hospitais na cidade de João Pessoa, Paraíba.

Em sua pesquisa, Wathier, DellAglio e Bandeira (2008) procuraram explorar a estrutura fatorial do Inventário de Depressão Infantil (CDI) o qual é utilizado para detectar sintomas de depressão em crianças e adolescentes.

Balbo *et al.* (2010) aplicaram análise fatorial exploratória para identificar interrelações entre um grupo de dados de acidentes na rodovia BR-277 a fim de obter variáveis latentes que pudessem caracterizar melhor as causas de tais acidentes na rodovia.

Com relação à técnica de análise de correlação canônica, Protássio *et al.* (2012) a utilizou para verificar as associações existentes em um grupo formado pelas características da madeira de clones de *Eucalyptus* com outro grupo formado pelas características do carvão vegetal dela obtido.

Já Soares *et al.* (2007) utilizaram análise de correlação canônica para estimar a intensidade de associação entre os grupos de caracteres agronômicos e industriais em cana-de-açúcar de uma usina no município de Rio Claro, Alagoas.

Bogo *et al.* (2010), para identificar o perfil dos acidentes no trecho da rodovia BR-116 no estado do Paraná, utilizaram a análise de correlação canônica para verificar as interrelações entre os tipos de acidentes e outras características dos acidentes na rodovia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nas seções seguintes, será apresentada a revisão de literatura utilizada para embasar este trabalho.

Nas seções 2.1, 2.2 e 2.3, uma breve descrição sobre rodovias, da BR-376 e acidentes de trânsito serão apresentadas, considerando algumas estatísticas descritivas.

Já nas seções 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9 serão apresentadas algumas definições preliminares, a análise de componentes principais para a estimação do modelo fatorial, a análise de normalidade multivariada dos dados, a análise de fatorial exploratória, alguns métodos de descarte e transformação de variáveis, e por fim, a análise de correlação canônica.

2.1 RODOVIA

Antes de descrever a BR-376, serão definidos alguns termos importantes acerca de uma rodovia. De acordo com definições no Anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), as rodovias são vias rurais de rodagem pavimentadas, o que corresponde a uma via de transporte interurbano de alta velocidade, que podem ou não proibir o seu uso por parte de pedestres e ciclistas, sendo de fácil identificação por sua denominação.

Ainda, de acordo com o CTB (2008), as rodovias podem ser caracterizadas em relação à largura e a circulação de automóveis e podem ser de pista simples, pista dupla, pista múltipla.

- Rodovia de pista simples: são aquelas em que há somente um pavimento asfáltico, que é compartilhado pelos veículos nos dois sentidos de circula-

ção (mão dupla). Veículos nesse tipo de rodovia devem trafegar sempre do lado direito da pista (em relação a si), porém podendo utilizar o outro lado da pista para efetuar ultrapassagens em determinadas condições.

- Rodovia de pista dupla: são aquelas que possuem duas faixas de rolamento em cada direção (ou sentido) com barreira física central, o canteiro e que possui outras barreiras meios-fios (guias), muretas, *guard rail*, etc., que dificultam conversões ou retornos irregulares, de forma que, cada sentido de circulação possui uma pista própria. Essa construção permite o desenvolvimento de uma maior velocidade e também uma maior segurança, já que torna mais difícil que dois veículos colidam frontalmente em alta velocidade, que é uma das causas frequentes de acidentes em rodovias de pista simples.
- Rodovia de pista múltipla: rodovias de pista múltipla são aquelas que possuem três ou mais faixas de rolamento em cada direção (ou sentido) - podendo haver, inclusive, pistas duplas, triplas, quádruplas, etc.

Segundo o DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2007), a situação física de cada rodovia pode ser:

- PLA (Planejada): rodovia que consta de um planejamento e cuja construção se acha em perspectiva. Rodovias fisicamente inexistentes, mas para as quais são previstos pontos de passagem que estabelecem uma diretriz destinada a atender uma demanda potencial de tráfego. Estes pontos de passagem não são obrigatórios até que a realização de estudos e/ou projetos estabeleçam o traçado definitivo da rodovia.
- LEN (Leito natural): rodovia construída em primeira abertura, em terreno natural, sem atendimento às normas, podendo eventualmente receber revestimento primário. Rodovias que não atendem às normas rodoviárias de projeto geométrico, não se enquadrando, portanto em nenhuma das classes de rodovias estabelecidas pelo DNIT. Sua superfície de rolamento se

apresenta no próprio terreno natural.

- IMP (Implantada): rodovias construídas de acordo com as normas rodoviárias de projeto geométrico e que se enquadram em determinada classe estabelecida pelo DNIT. Apresentam superfície de rolamento sem pavimentação. Estas rodovias normalmente apresentam sua superfície em revestimento primário e permitem tráfego o ano todo.
- PAV (Pavimentada): rodovia com revestimento superior. Rodovias implantadas que apresentam sua superfície com pavimento asfáltico, de concreto, cimento ou de alvenaria polidrica.
- MTF (Multi-faixas): rodovias pavimentadas formadas por duas ou mais pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, sem canteiro central, separadas apenas por sinalização horizontal, acrescida ou não de tachões.
- DUP (Duplicada): rodovias duplicadas são aquelas formadas por duas pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, separadas por canteiro central, por separador rígido ou ainda com traçados separados muitas vezes contornando obstáculos.
- TRP (Pista tripla): rodovias triplicadas são aquelas formadas por três pistas com duas ou mais faixas para cada sentido, separadas por canteiro central, por separador rígido ou ainda com traçados separados muitas vezes contornando obstáculos.
- EOI (Em obras de implantação): assim devem ser considerados os trechos de rodovia planejada ou em leito natural em que se estejam executando serviços de Implantação, o trecho será designado como em obras de implantação.
- EOP (Em obras de pavimentação): assim devem ser considerados os trechos de rodovia implantada em que se estejam executando serviços de pavimentação, o trecho será designado como em obras de Pavimentação.
- EOD (Em obras de duplicação): assim devem ser considerados os trechos

de rodovia pavimentada em que se estejam executando serviços de duplicação, o trecho será designado como em obras de duplicação.

- TRV (Travessia): travessias de cursos d'água - são trechos de transposição de rios em que não há ponte.

As rodovias podem ser classificadas como:

- Rodovia em área urbana: são os trechos de rodovias localizados dentro do perímetro urbano das cidades ou municípios.
- Rodovia rural: são os trechos de rodovias que conectam áreas urbana e industrial, pontos de geração e atração de tráfego e pontos significativos dos segmentos modais, atravessando área rural.
- Rodovia vicinal: estrada local, destinada principalmente a dar acesso a propriedades lindeiras ou caminho que liga povoações relativamente pequenas e próximas.

O Plano Nacional de Viação (1973) do DNIT estabelece a nomenclatura às rodovias federais, a qual é definida pela sigla BR, que significa Brasil Rodovia, seguida sempre por três algarismos:

- Primeiro algarismo: indica a categoria da rodovia.
- Segundo algarismo: indica a posição da rodovia.
- Terceiro algarismo: indica somente a posição cronológica da rodovia.

As rodovias podem ser classificadas em cinco tipos:

- Rodovias Radiais: são as começadas com o algarismo 0 e partem da Capital Federal em direção aos extremos do país.
- Rodovias Longitudinais: são as começadas com o algarismo 1 e cortam o país na direção Norte-Sul.

- Rodovia Transversais: são as começadas com o algarismo 2 e cortam o país na direção Leste-Oeste.
- Rodovias Diagonais: são as começadas com algarismo 3 e cortam o país em duas direções de orientação Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudoeste.
- Rodovias de Ligações: são as começadas com algarismo 4 apresentam-se em qualquer direção ligando rodovias federais a cidades ou pontos importantes ou ainda, a nossas fronteiras.

Ainda, existem algumas rodovias com a nomenclatura BR-6xx, indicando que esta rodovia tem pouca extensão.

2.2 BR-376

De acordo com o Ministério dos Transportes (2012), a rodovia BR-376 é uma rodovia diagonal, que liga Dourados, em Mato Grosso do Sul, à Garuva, em Santa Catarina. Tem extensão de 849 quilômetros e em alguns trechos superpõe as BRs 163, 277 e 369. O percurso da BR-376 encontra-se na Figura 1, e esta rodovia é conhecida como Rodovia do Café, pois era utilizada para escoar o café, na época que esta cultura predominava no Estado, até o porto de Paranaguá.

A continuação da BR-376 que segue de Apucarana até a cidade de Dourados, no centro-sul do Mato Grosso do Sul, pode ser considerada parte integrante da Rodovia do Café. Esse percurso passa por importantes cidades paranaenses, como Mandaguari, Marialva, Sarandi, Maringá, Nova Esperança e Paranavaí, chegando às cidades menores de Nova Londrina e Diamante do Norte, próximas à fronteira com o Mato Grosso do Sul.



FIGURA 1 - RODOVIA FEDERAL BR-376

FONTE: Ministério dos Transportes (2012)

Já o outro extremo da BR-376, trecho entre Curitiba e Guaruva, em Santa Catarina, não tem qualquer relação com a Rodovia do Café.

Desde 1997, a Rodovia do Café, trecho entre Apucarana e Curitiba, faz parte do Lote 5 do Anel de Integração do Paraná, sob concessão da CCR RodoNorte. A concessionária administra a rodovia, mantendo serviços de guincho mecânico e Atendimento Médico Pré-Hospitalar. É também responsável pelas obras de pavimentação e controle de tráfego.

A Tabela 1 mostra o percurso detalhado da BR-376 no estado do Paraná.

TABELA 1 - PERCURSO DETALHADO DA BR-376

UF	Local de Início	Local de Fim	KM Inicial	KM Final	Extensão	Superfície Federal	Federal Coincidente	Federal Coincidente	Estadual Coincidente
SP	DIV SP/MS (Porto Primavera)	DIV PR/SP	0	18	18	PLA			
PR	ENTR PR-182(A) (DIV SP/PR)	ENTR PR-557 (Diamante do Norte)	0	8,6	8,6	PLA			PR-182
PR	ENTR PR-557 (Diamante do Norte)	Itaúna do Sul	8,6	17	8,4	PLA			PR-182
PR	Itaúna do Sul	ENTR PR-569 (Nova Londrina)	17	29,6	12,6	PLA			PR-182
PR	ENTR PR-569 (Nova Londrina)	ENTR PR-577 (P/ Porto São José)	29,6	35,5	5,9	PAV			
PR	ENTR PR-577 (P/ Porto São José)	ENTR PR-182(B)	35,5	43,2	7,7	PAV			
PR	ENTR PR-182(B)	ENTR PR-180 (P/Guairacá)	43,2	74,5	31,3	PAV			
PR	ENTR PR-180 (P/Guairacá)	ENTR PR-492 (P/Paranavaí)	74,5	100,8	26,3	PAV			
PR	ENTR PR-492 (P/Paranavaí)	ENTR PR-218 (Paranavaí)	100,8	106,9	6,1	PAV			
PR	ENTR PR-218 (Paranavaí)	ENTR BR-158(A) (P/Sumaré)	106,9	110,7	3,8	PAV			
PR	ENTR BR-158(A) (P/Sumaré)	ENTR BR-158(B) (P/Tamboara)	110,7	111,2	0,5	PAV		158BPR0780	
PR	ENTR BR-158(B) (P/Tamboara)	Acesso Alto Paraná/Maristela	111,2	121,4	10,2	PAV			
PR	Acesso Alto Paraná/Maristela	ENTR PR-555 (Nova Esperança)	121,4	134,1	12,7	PAV			
PR	ENTR PR-555 (Nova Esperança)	ENTR PR-463	134,1	135,1	1	PAV			
PR	ENTR PR-463	ENTR PR-218 (P/Atalaia)	135,1	139,5	4,4	PAV			
PR	ENTR PR-218 (P/Atalaia)	ENTR PR-498 (Presidente Castelo Branco)	139,5	144,2	4,7	PAV			
PR	ENTR PR-498 (Presidente Castelo Branco)	ENTR PR-552 (Mandaguacú) (P/ Ourizona)	144,2	154,5	10,3	PAV			
PR	ENTR PR-552 (Mandaguacú) (P/ Ourizona)	Início Pista Dupla (Mandaguacú)	154,5	156,7	2,2	PAV			
PR	Início Pista Dupla (Mandaguacú)	ENTR AV SABIÁ (Contorno Norte Maringá)	156,7	168	11,3	DUP			
PR	ENTR AV SABIÁ (Contorno Norte Maringá)	ENTR PR-317(A) (P/Floresta)	168	171,6	3,6	DUP			
PR	ENTR PR-317(A) (P/Floresta)	ENTR PR-317(B) (Avenida Morangueira)	171,6	175,9	4,3	DUP			
PR	ENTR PR-317(B) (Avenida Morangueira)	ENTR PR-323 (Contorno Sul Maringá)	175,9	180,9	5	DUP			
PR	ENTR PR-323 (Contorno Sul Maringá)	Sarandi	180,9	182,8	1,9	DUP			
PR	Sarandi Início Contorno Sul	Mariaiva	182,8	189	6,2	DUP			
PR	Início Contorno Sul Mariaiva	Fim Contorno Sul Mariaiva	189	195,4	6,4	PAV			
PR	Fim Contorno Sul Mariaiva	Início Contorno Sul Mandaguari	195,4	199,9	4,5	DUP			
PR	Início Contorno Sul Mandaguari	ENTR PR-444 (Mandaguari)	199,9	201,6	1,7	PAV			
PR	ENTR PR-444 (Mandaguari)	Fim Contorno Sul Mandaguari	201,6	207	5,4	PAV			
PR	Fim Contorno Sul Mandaguari	ENTR BR-369(A)/466(A) (Jandaíado Sul)	207	213,4	6,4	PAV			
PR	ENTR BR-369(A)/466(A) (Jandaíado Sul)	Acesso Contorno Sul Jandaíado Sul	213,4	216	2,6	PAV		369BPR0720	466BPR0020
PR	Acesso Contorno Sul Jandaíado Sul	Acesso Cambira	216	221,3	5,3	PAV		369BPR0715	466BPR0015
PR	Acesso Cambira	Acesso Pirapó	221,3	227,7	6,4	PAV		369BPR0710	466BPR0010
PR	Acesso Pirapó	ENTR PR-170 (Fim Contorno Norte Apucarana)	227,7	229,3	1,6	PAV		369BPR0705	466BPR0007

Continua

UF	Local de Início	Local de Fim	KM Inicial	KM Final	Extensão	Superfície Federal	Federal Coincidente	Federal Coincidente	Estadual Coincidente
PR	ENTR PR-170 (Fim Contorno Norte Apucarana)	ENTR BR-369(B)/466(B) (Contorno Sul Apucarana)	229,3	230,6	1,3	PAV	369BPR0700	466BPR0005	
PR	ENTR BR-369(B)/466(B) (Contorno Sul Apucarana)	Acesso Leste Apucarana	230,6	241,2	10,6	PAV			
PR	Acesso Leste Apucarana	ENTR PR-532 (P/Correia de Freitas/Aeroporto)	241,2	245,5	4,3	PAV			
PR	ENTR PR-532 (P/Correia de Freitas/Aeroporto)	ENTR PR-539 (Mariândia do Sul)	245,5	262,4	16,9	PAV			
PR	ENTR PR-539 (Mariândia do Sul)	Acesso Mauá da Serra	262,4	285,6	23,2	PAV			
PR	Acesso Mauá da Serra	ENTR BR-272/PR-445	285,6	290,2	4,6	PAV			
PR	ENTR BR-272/PR-445	Início Pista Dupla Mauá da Serra	290,2	291	0,8	PAV			
PR	Início Pista Dupla Mauá da Serra	Fim Pista Dupla	291	303,2	12,2	DUP			
PR	Fim Pista Dupla	Bairro doS França	303,2	324,8	21,6	PAV			
PR	Bairro doS França	ENTR PR-340 (P/Ortigueira)	324,8	345,1	20,3	PAV			
PR	ENTR PR-340 (P/Ortigueira)	ENTR PR-082/160/239 (Imbaú)	345,1	378,8	33,7	PAV			
PR	ENTR PR-082/160/239 (Imbaú)	ENTR PR-441 (P/Reserva)	378,8	403,3	24,5	PAV			
PR	ENTR PR-441 (P/Reserva)	Acesso Reserva/Alto do Amparo	403,3	422,7	19,4	PAV			
PR	Acesso Reserva/Alto do Amparo	ENTR BR-153 (P/Tibagi/Ipiranga)	422,7	432,4	9,7	PAV			
PR	ENTR BR-153 (P/Tibagi/Ipiranga)	ENTR BR-373(A)/487(A) (Caetano)	432,4	468,1	35,7	PAV			
PR	ENTR BR-373(A)/487(A) (Caetano)	ENTR BR-373(B)/487(B) (P/Ponta Grossa)	468,1	479,6	11,5	DUP	373BPR0320	487BPR0340	
PR	ENTR BR-373(B)/487(B) (P/Ponta Grossa)	ENTR PR-151	479,6	490,1	10,5	DUP			
PR	ENTR PR-151	ENTR PR-513 (P/Itaiacoca)	490,1	497,7	7,6	DUP			
PR	ENTR PR-513 (P/Itaiacoca)	Acesso Vila Velha	497,7	506,1	8,4	DUP			
PR	Acesso Vila Velha	ENTR BR-277(A)/PR-428 (São Luís Purunã)	506,1	546,7	40,6	DUP			
PR	ENTR BR-277(A)/PR-428 (São Luís Purunã)	Acesso Santa	546,7	553,7	7	DUP	277BPR0075		
PR	Acesso Santa	Acesso Fábrica Cimento Itambé	553,7	562,4	8,7	PAV	277BPR9510		
PR	Acesso Fábrica Cimento Itambé	ENTR PR-423	562,4	564,4	2	PAV	277BPR9520		
PR	ENTR PR-423	ENTR PR-510 (P/Batéias)	564,4	570,1	5,7	PAV	277BPR9530		
PR	ENTR PR-510 (P/Batéias)	Acesso Campo Largo	570,1	572,1	2	PAV	277BPR9540		
PR	Acesso Campo Largo	Acesso Oeste Curitiba	572,1	587	14,9	DUP	277BPR0055		
PR	Acesso Oeste Curitiba	ENTR BR-476(A) (P/Araucária)	587	600,7	13,7	DUP	277BPR0053		
PR	ENTR BR-476(A) (P/Araucária)	ENTR BR-116(A)/476(B) (Curitiba Sul/Pinheirinho)	600,7	601,6	0,9	DUP	277BPR0051	476BPR0085	
PR	ENTR BR-116(A)/476(B) (Curitiba Sul/Pinheirinho)	ENTR BR-116(B)	601,6	614,4	12,8	DUP	116BPR2770	277BPR0041	
PR	ENTR BR-116(B)	ENTR PR-281 (P/Tijucas do Sul)	614,4	644,5	30,1	DUP			
PR	ENTR PR-281 (P/Tijucas do Sul)	DIV PR/SC (ENTR BR-101)	644,5	682,1	37,6	DUP			
PR	ENTR BR-376 (Contorno Sul Apucarana)	ENTR BR-369 (Acesso Leste Apucarana)	0	5,3	5,3	PAV			
PR	ENTR BR-116(B) (Contorno Leste Curitiba)	São José doS Pinhais	0	4,5	4,5	DUP			
PR	ENTR BR-376 (I)	ENTR AV Mandacarú (Cont. Norte Maringá)	0	4,3	4,3	PLA			

UF	Local de Início	Local de Fim	KM Inicial	KM Final	Extensão	Superfície Federal	Federal Coincidente	Federal Coincidente	Conclusão	
									Estadual Coincidente	
PR	ENTR AV Mandacaru	ENTR AV Kakogawa (Cont. Norte Maringá)	0	2,5	2,5	PLA				
PR	ENTR AV Kakogawa	ENTR PR-317 (Contorno Norte de Maringá)	0	2,2	2,2	PLA				
PR	ENTR PR-317	ENTR AV Tuiuti (Cont. Norte Maringá)	0	3,1	3,1	PLA				
PR	ENTR AV Tuiuti	ENTR AV Guaiapó (Cont. Norte Maringá)	0	1,4	1,4	PLA				
PR	ENTR AV Guaiapó	ENTR BR-376 (II) (Cont. Norte Maringá)	0	3,8	3,8	PLA				
PR	Acesso Campo Largo	ENTR PR-510 (P/Batéias)	0	2,1	2,1	PAV		277BPR0058		
PR	ENTR PR-510 (P/Batéias)	ENTR PR-423	2,1	8	5,9	PAV		277BPR0060		
PR	ENTR PR-423	Acesso Fábrica Cimento Itambé	8	11,8	3,8	PAV		277BPR0065		
PR	Acesso Fábrica de Cimento Itambé	Acesso Santa	11,8	18,3	6,5	PAV		277BPR0070		
SC	ENTR BR-101 (DIV PR/SC)	GARUVA	0	6,2	6,2	DUP		101BSC3810		

FONTE: Ministério dos Transportes (2012)

2.3 ACIDENTES DE TRÂNSITO

O Manual de Procedimentos Operacionais da Polícia Rodoviária Federal (2008) traz algumas definições sobre trânsito, tráfego e acidentes de trânsito.

Trânsito pode ser entendido como o uso de vias para fins de circulação, parada, estacionamento, operação de carga e descarga por pessoas, veículos e animais, isolados, ou em grupos, conduzidos ou não. Já tráfego pode ser entendido como a movimentação ou deslocamento de pessoas, veículos e animais sobre via terrestre.

A via terrestre pode ser urbana ou rural, como avenidas, logradouros, caminhos, passagens, estradas e rodovias, as quais o uso é regulamentado por órgão ou entidade com circunscrição.

O acidente de trânsito é considerado como todo acontecimento que resulte em danos pessoais e/ou materiais, cuja ocorrência seja causada por um ou mais veículos em circulação na via pública, podendo o veículo ser motorizado ou não.

O CTB define o funcionamento e responsabilidades do trânsito de veículos no Brasil. O mesmo observa que, quando há o acidente, ocorrem perdas materiais e tempo de vida das pessoas, custos hospitalares, custos do governo para atender feridos e reorganizar o trânsito.

A Organização Mundial de Saúde (2008), aponta que os acidentes de tráfego rodoviário nos países de baixa e média renda é a oitava causa de morte no mundo.

Segundo Waiselfisz (2012), no Brasil, o número de mortes nas vias públicas, na década de 2000/2010, passou de 28.995 para 40.989, representando um incremento de 41,1% em 10 anos, enquanto que a população cresceu 25,8%.

Em relação às demais rodovias que cortam o Paraná, a BR-376 é a rodovia que possui maior quantidade de acidentes registrados, entre 01/01/2009 e 30/04/2012, como mostra o gráfico que apresenta-se na Figura 2.

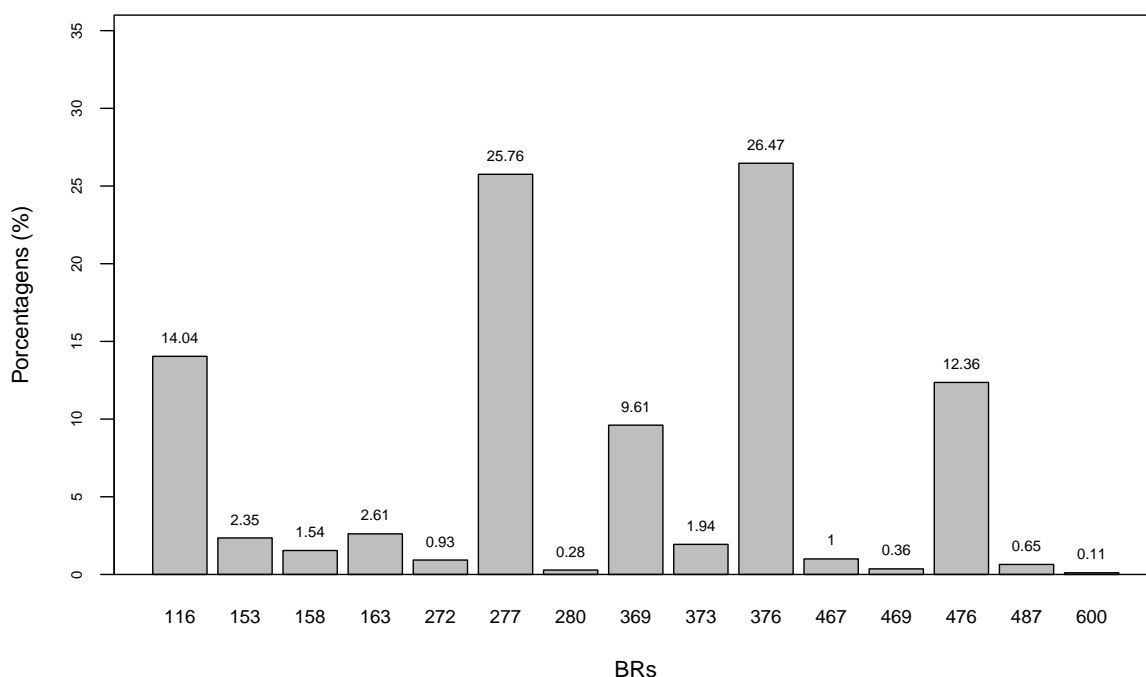


FIGURA 2 - PROPORÇÃO DE ACIDENTES DAS BRS PARANAENSES - JAN/2009 a ABR/2012

FONTE: A autora (2012)

Os acidentes da rodovia BR-376 representam 26,49% do total de acidentes de trânsito das rodovias paranaenses no período considerado, em segundo lugar está a rodovia BR-277 com 25,76% e, em terceiro, a rodovia BR-116 com 14,04%.

O gráfico apresentado na Figura 3 mostra as ocorrências de acidentes de trânsito mensais das rodovias paranaenses e dos acidentes de trânsito ocorridos na BR-376. Observa-se neste gráfico que os meses de dezembro apresentam maior incidência de acidentes em relação aos outros meses, o que é compreensível pois é a época do ano que as pessoas viajam mais, segundo o NURAM, Núcleo de de Registros de Acidentes e Medicina Rodoviária da Polícia Rodoviária Federal.

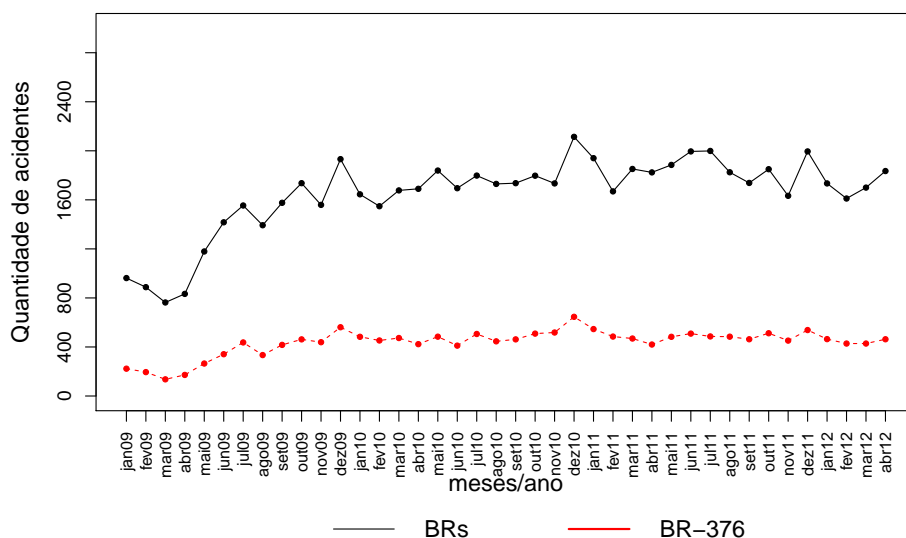


FIGURA 3 - ACIDENTES MENSAIS, ENTRE 2009-2012, NA BR-376

FONTE: A autora (2012)

Uma breve abordagem descritiva sobre os acidentes de trânsito ocorridos na BR-376 no período de 01/01/2009 a 31/04/2012 será apresentada a seguir.

Considerando o sexo dos condutores, observa-se que 89% dos envolvidos eram do sexo masculino e 11% do sexo feminino, conforme Figura 4.

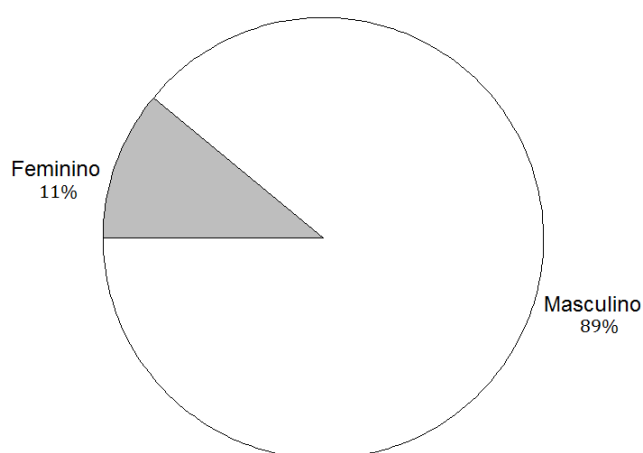


FIGURA 4 - SEXO DOS CONDUTORES

FONTE: A autora (2012)

A Figura 5 apresenta a idade dos condutores dos veículos. Os condutores com idade entre 18 e 48 são os que mais se envolveram em acidentes de trânsito na BR-376, representando cerca de 76% dos envolvidos.

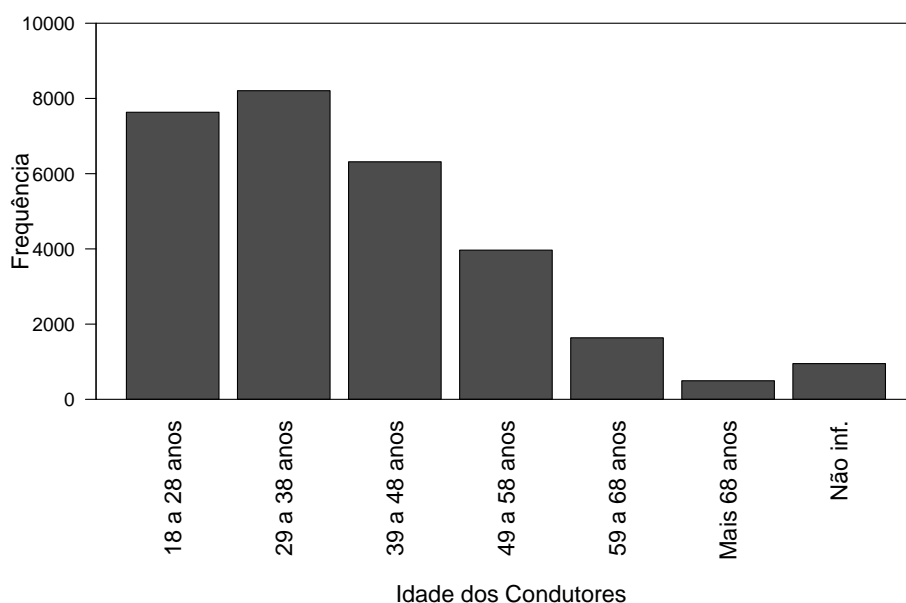


FIGURA 5 - IDADE DOS CONDUTORES

FONTE: A autora (2012)

Na maior parte dos acidentes, 83,7% dos condutores saem ilesos dos acidentes, 12,3% sofrem lesões leves, 3,1% com lesões graves, 0,7% vem ao óbito e uma pequena porcentagem ignorada, conforme Figura 6. Pode ser que a quantidade de óbitos seja maior, pois os óbitos registrados são referentes à condição do condutor no local do acidente.

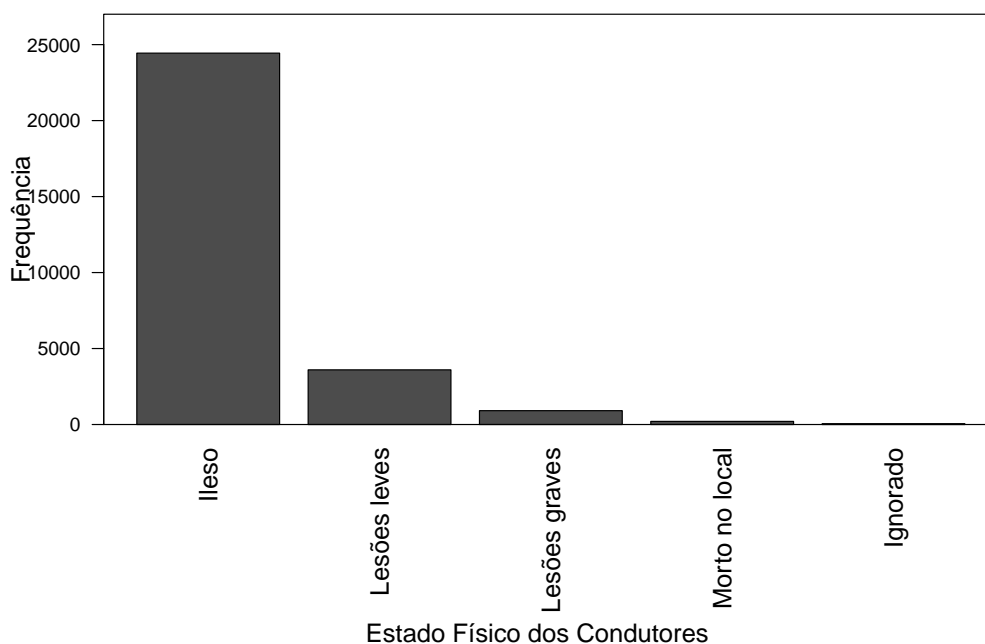


FIGURA 6 - ESTADO FÍSICO DOS CONDUTORES

FONTE: A autora (2012)

O Figura 7 apresenta os tipos de acidentes registrados. Observa-se que os tipos de acidentes colisão traseira, colisão lateral, saída de pista, colisão com objeto fixo e colisão transversal representam cerca de 80% do total dos acidentes considerados.

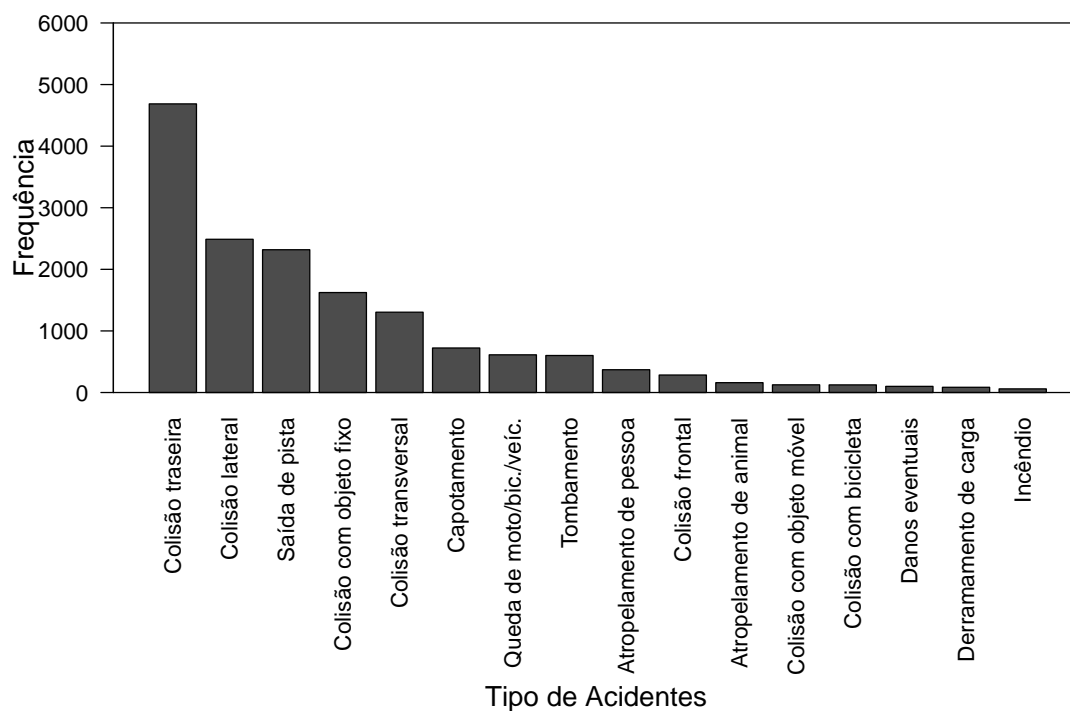


FIGURA 7 - TIPO DE ACIDENTES

FONTE: A autora (2012)

Os acidentes de trânsito na BR-376 ocorrem em maior parte em solo rural (56,1%), porém a proporção de acidentes que ocorre em solo urbano (43,9%) é próxima da proporção de acidentes em solo rural, conforme Figura 8.

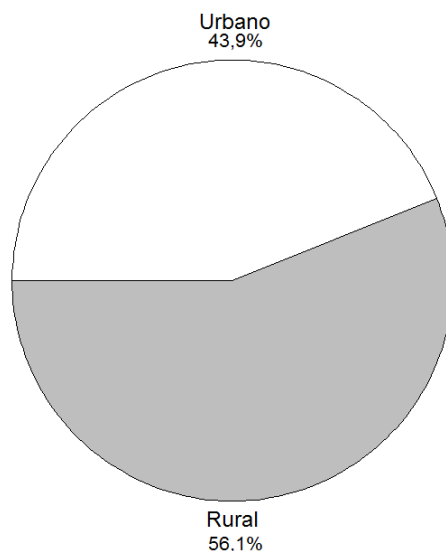


FIGURA 8 - USO DO SOLO

FONTE: A autora (2012)

A Figura 9 apresenta a proporção dos acidentes que ocorrem em fases do dia, como pleno dia, plena noite, anoitecer e amanhecer. Cerca de 60% dos acidentes ocorreram em pleno dia e 30,1% em plena noite.

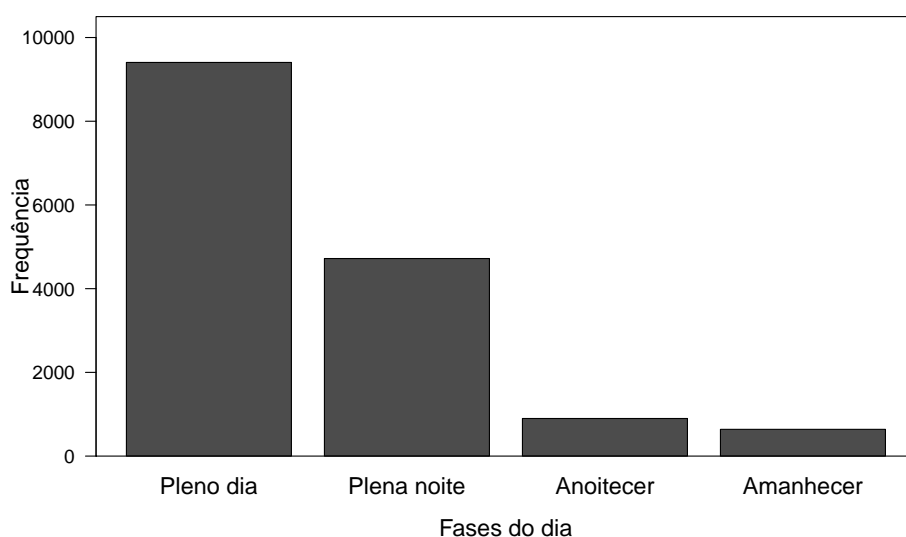


FIGURA 9 - FASE DO DIA

FONTE: A autora (2012)

Considerando as condições meteorológica da maioria dos acidentes, cerca de 48,6% dos acidentes ocorreram quando havia sol e o céu estava claro e 46,6% quando chovia ou o céu estava nublado, conforme Figura 10.

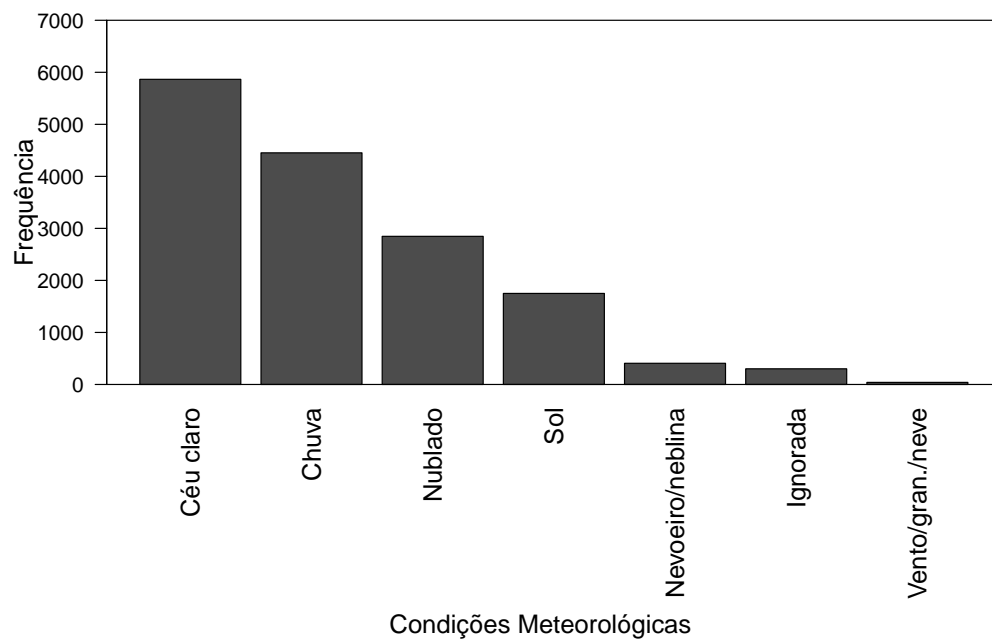


FIGURA 10 - CONDIÇÃO METEOROLÓGICA

FONTE: A autora (2012)

Na Figura 11, os dados do período de 2009 à 2012, mostram que as principais causas de acidentes são por falta de atenção (36%), velocidade incompatível (20,9%), outras (17,4%) e não guardar distância de segurança (9,6%).

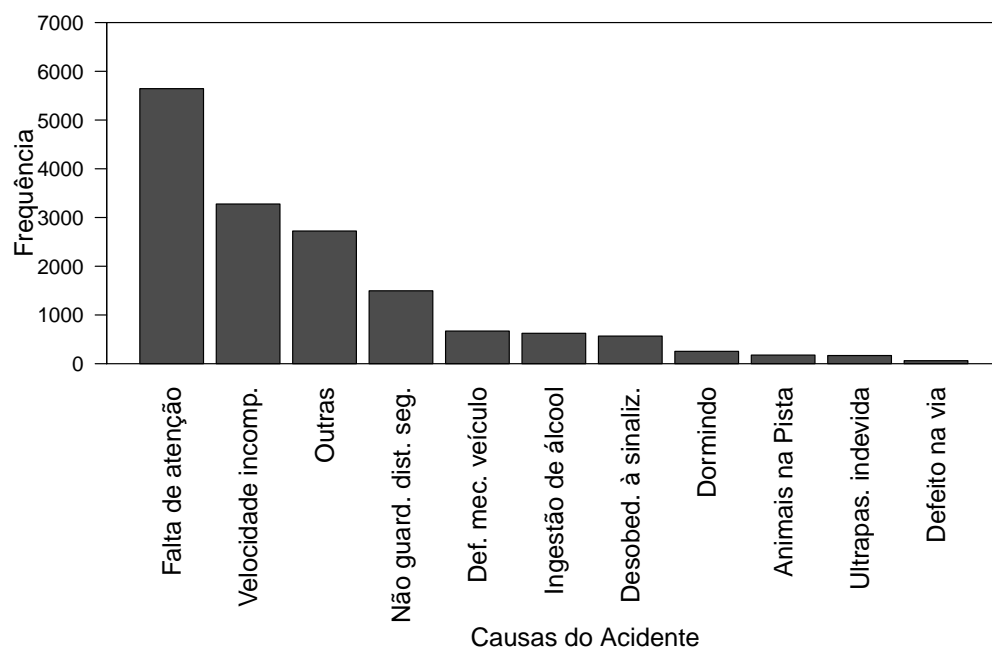


FIGURA 11 - CAUSA DO ACIDENTE

FONTE: A autora (2012)

Observa-se na Figura 12 que os automóveis são os veículos que mais se envolveram em acidentes, 52,2%. Caminhão e caminhão trator representaram 24,9%, caminhonete e camioneta 10,3%, motocicletas e motonetas 9,9%, ônibus, utilitários e outros representaram 2,7% dos acidentes.

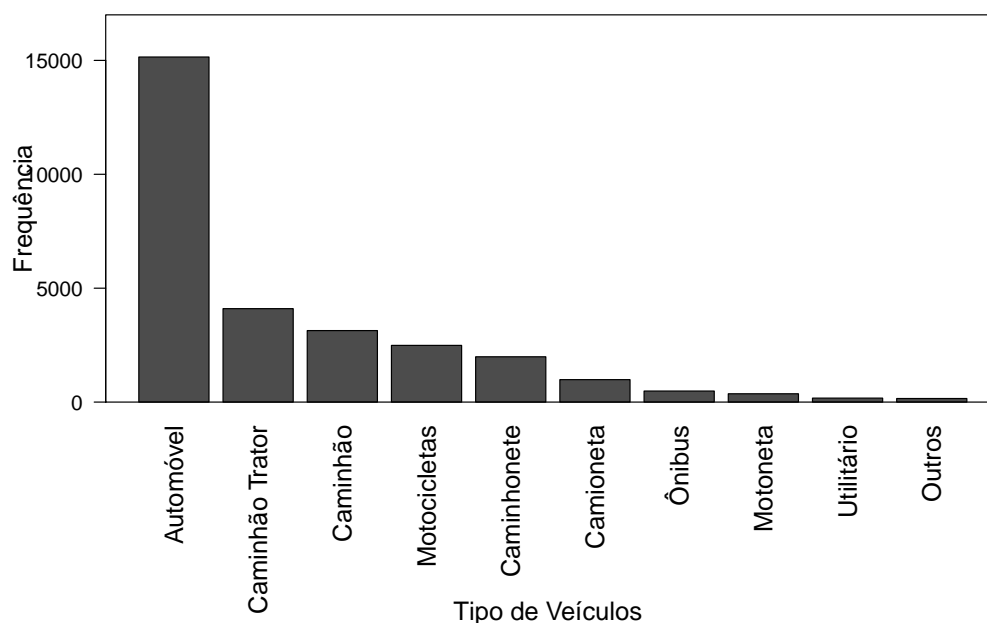


FIGURA 12 - TIPO DOS VEÍCULOS

FONTE: A autora (2012)

Os veículos que envolveram-se nos acidentes são, em geral, veículos fabricados nos últimos anos, conforme mostra a Figura 13. Os veículos que foram fabricados entre 2000 e 2012 foram os que ocuparam maior proporção dos acidentes de trânsito considerado na BR-376.

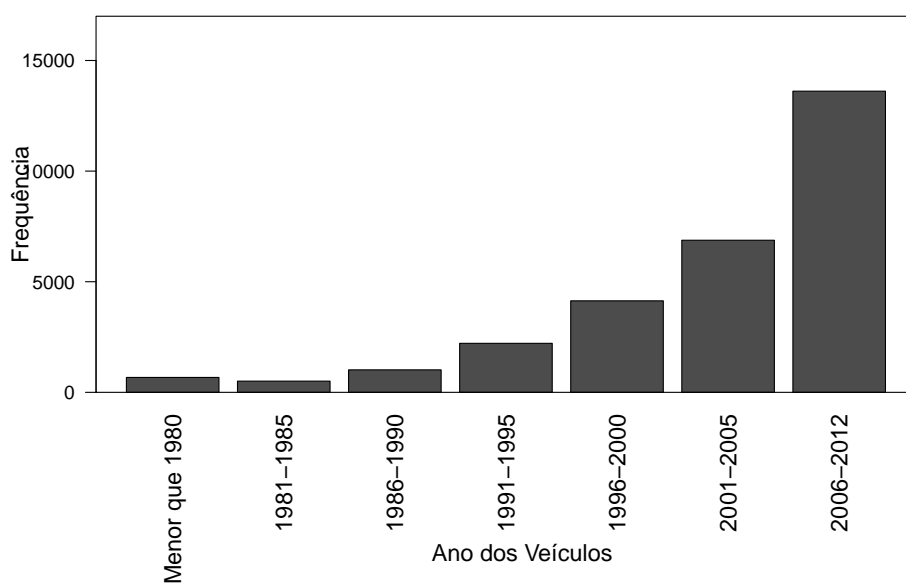


FIGURA 13 - ANO DO VEÍCULO

FONTE: A autora (2012)

Em geral, 64,1% dos acidentes ocorreram em pista reta, 30% em pista curva e 5,9% quando havia cruzamento na pista, como observa-se na Figura 14.

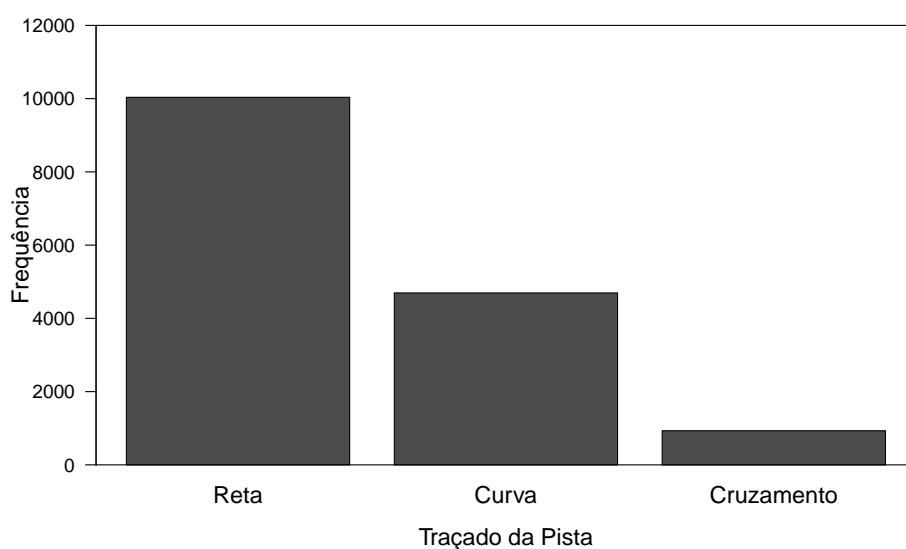


FIGURA 14 - TRAÇADO DA PISTA

FONTE: A autora (2012)

2.4 DEFINIÇÕES PRELIMINARES E NOTAÇÕES

A estatística multivariada utiliza conceitos da álgebra matricial e vetorial para facilitar a exposição de seus métodos.

2.4.1 Vetor

Um vetor \underline{x} de ordem $(n \times 1)$ é um arranjo com n escalares, sendo representado como coluna

$$\underline{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

ou como linha

$$\underline{x}' = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.4.2 Matriz

Os dados são organizados em arranjos retangulares ou quadrados com n linhas e p colunas. À essa forma dá-se o nome de matriz de ordem $(n \times p)$, possibilitando obter uma série de vantagens na representação de grandes quantidades de dados e nas operações aritméticas que ficam mais simplificadas. Uma matriz também pode ser entendida como um conjunto de vetores, neste caso, uma matriz de n linhas e p vetores-coluna.

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (3)$$

onde x_{ij} são números reais e $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, p$. A matriz X pode ser representada como vetor, $\underline{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$.

Maiores detalhes sobre álgebra matricial e vetorial podem ser encontrados em

Johnson e Wichern (2007), Rencher (2002), Timm (2002), Ferreira (2011), Marques (2012) e Chaves Neto (2011).

2.4.3 Estatísticas

Algumas notações e operações matriciais são utilizadas para representar alguns estimadores de estatísticas sumariantes dos dados.

Seja o vetor aleatório $\underline{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, então a média amostral de um estimador $\underline{\mu}$, é definido por

$$\bar{\underline{X}}_{(n \times 1)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{n} \underline{X}' \underline{1} \quad (4)$$

A matriz de covariância amostral, estimador da covariância populacional Σ , é dada por

$$S_{(p \times p)} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_{pp} \end{bmatrix} = \frac{1}{n-1} \underline{X}' \left(I - \frac{1}{n} \underline{1} \underline{1}' \right) \underline{X} \quad (5)$$

onde $s_{ik} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i) (x_{jk} - \bar{x}_k)$.

De forma análoga, pode-se definir $D^{1/2} = \text{diag}(\sqrt{s_{ii}})$ e $D^{-1/2} = \text{diag}(1/\sqrt{s_{ii}})$, então o estimador da matriz de correlações ρ é dado por

$$R_{(p \times p)} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = D^{-1/2} S D^{-1/2} \quad (6)$$

em que r_{ik} é definido por $r_{ik} = \frac{s_{ik}}{\sqrt{s_{ii}s_{kk}}}$.

A correlação é uma medida da covariância entre as variáveis X_i e X_k em uma escala padronizada e possui domínio no intervalo $[-1; +1]$. A covariância possui domínio no intervalo $] -\infty; +\infty[$ e, portanto, pode não fornecer uma ideia precisa se a

associação linear entre as variáveis é forte ou fraca. Na escala padronizada um valor muito próximo de $+1$ ou -1 indica que as variáveis estão fortemente associadas. Isso quer dizer que grandes valores de uma variável estarão associados a grandes valores da outra, se a associação for positiva, e vice-versa. Se o coeficiente de correlação populacional for zero, indicará que as variáveis não possuem associação linear.

Pode, ainda, haver o interesse de padronizar as variáveis de \underline{X} . Isso pode ser feito da seguinte maneira

$$\underline{Z} = D^{-1/2} (\underline{X} - \bar{\underline{X}}) . \quad (7)$$

2.4.4 Variável

Um conjunto de dados é composto por variáveis e observações. Identificar o tipo das variáveis que serão sujeitas à análises estatísticas é de fundamental importância para aplicar os métodos estatísticos adequados às mesmas. De acordo com Morettin e Bussab (2010), os dados podem ser classificados entre duas categorias: qualitativos e quantitativos, conforme a classificação da Figura 15:

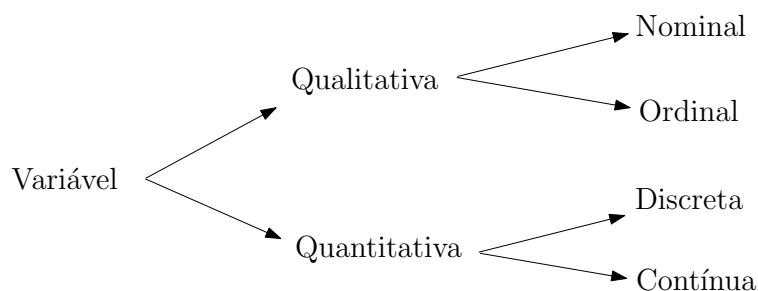


FIGURA 15 - CLASSIFICAÇÃO DE UMA VARIÁVEL

Segundo Hair *et al.* (2009), as variáveis qualitativas podem ser distintas em nominais, quando não existe ordenação nas possíveis realizações, e ordinais, quando existe uma ordenação nos resultados. Dados nominais representam somente categoria ou classe, e não explicam quantias de um atributo ou característica. Já dados ordinais não fornecem qualquer medida da quantia ou magnitude real em termos absolutos, mas apenas a ordem dos valores.

Dentre as variáveis qualitativas, existe um tipo de quantificação muito útil, a

chamada variável dicotômica, a qual admite apenas duas realizações: sucesso e fracasso, sim e não, presente e não presente, 0 e 1, dentre outras.

Considerando as variáveis quantitativas, estas são distintas em discretas, cujos valores possíveis formam um conjunto finito ou enumerável de números, e que resultam, frequentemente, de uma contagem, e em contínuas, cujos possíveis valores pertencem a um intervalo de números reais e que resultam de uma mensuração. Aqui, destacam-se duas escalas de medidas: as intervalares e as de razão. Ambas as escalas fornecem o mais alto nível de precisão de medida, permitindo que quase todas as operações matemáticas seja executadas. A única diferença real entre escalas intervalares e escalas de razão é que as primeiras têm um ponto zero arbitrário, enquanto as escalas de razão incluem um ponto de zero absoluto.

2.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A análise de componentes principais é uma técnica estatística multivariada que objetiva a explicação (maximização) da estrutura de variância e de covariância de um vetor aleatório composto de p variáveis, com ou sem a presença de normalidade multivariada, através da construção de combinações lineares das variáveis originais. À estas combinações lineares dá-se o nome de componentes principais e são não-correlacionadas entre si. Este método foi introduzido por Karl Pearson, em 1901, mas foi tratado formalmente por Hotelling, em 1933, e por Rao, em 1964.

De acordo com Johnson e Wichern (2007), estas combinações lineares representam, geometricamente, a seleção de um novo sistema de coordenadas obtido pela rotação do sistema original com X_1, X_2, \dots, X_p como os eixos coordenados. Então, os novos eixos simbolizam as direções com máxima variabilidade e proporcionam uma descrição mais simples e parcimoniosa da estrutura de covariância. A obtenção das componentes principais é realizada por meio da diagonalização de matrizes simétricas semipositivas-definidas.

A seguir serão apresentados alguns resultados para componente principais

populacionais que foram baseados em Johnson e Wichern (2007), Rencher (2002), Mingoti (2005) e Jolliffe (2002).

Seja Σ a matriz de covariância associada ao vetor aleatório $\underline{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ com os pares de autovalores-autovetores $(\lambda_1, \underline{e}_1), (\lambda_2, \underline{e}_2), \dots, (\lambda_p, \underline{e}_p)$ ¹, onde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. Então a i -ésima componente principal é dada por

$$Y_i = \underline{e}_i' \underline{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \text{ com } i = 1, 2, \dots, p \quad (8)$$

com estas escolhas,

$$Var(Y_i) = \underline{e}_i' \Sigma \underline{e}_i, \text{ com } i = 1, 2, \dots, p \quad (9)$$

$$Cov(Y_i, Y_k) = \underline{e}_i' \Sigma \underline{e}_k, \text{ com } i \neq k \quad (10)$$

Se houver λ_i iguais, logo Y_i não será único. Ainda, Johnson e Wichern (2007) menciona que componentes principais associadas com um autovalor próximo de zero, considerada pouco importante, pode indicar uma dependência linear insuspeita nos dados.

As componentes principais são combinações lineares não correlacionadas cujas variâncias são tão grandes quanto possível. A primeira componente principal é a combinação linear com máxima variância, isto é, $Var(Y_1) = \underline{e}_1' \Sigma \underline{e}_1$, mas $Var(Y_1)$ pode ser diminuída pela multiplicação de \underline{e}_1 com comprimento qualquer. Para eliminar essa indeterminação, restringe-se o comprimento do vetor \underline{e}_1 a 1, ou seja, $\|\underline{e}_1\| = 1$. Na equação (10) verifica-se essa observação.

Assim, a primeira componente principal é a combinação linear $\underline{e}_1' \underline{X}$ que maximiza $Var(\underline{e}_1' \underline{X})$ sujeito à $\underline{e}_1' \underline{e}_1 = 1$. A primeira componente principal explica o máximo de variância possível e não é correlacionada com as demais componentes principais. A variância que a primeira componente principal não conseguir explicar acaba sendo explicada pelas demais componentes principais, devido a decomposição de valores

¹ Ferreira (2011, p. 60) aborda alguns métodos numéricos para obtenção de autovalores e autovetores.

singulares². Logo, a i -ésima componente principal é uma combinação linear de $\underline{e}_i' \underline{X}$ que maximiza $Var(\underline{e}_i' \underline{X})$ sujeito à $\underline{e}_i' \underline{e}_i = 1$ e $Cov(\underline{e}_i' \underline{X}, \underline{e}_k' \underline{X}) = 0$ para $k < i$.

Segue da definição que

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} = \sum_i^p Var(X_i) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = \sum_i^p Var(Y_i) \quad (12)$$

Este resultado diz que

$$\text{Total da variância da população} = \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp}$$

$$\text{Total da variância da população} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$$

e, conseqüentemente, a proporção da variância total explicada pela k -ésima componente principal é

$$\frac{\lambda_k}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} \text{ com } k = 1, 2, \dots, p \quad (14)$$

a qual pode ser representada em porcentagem. Se $Y_1 = \underline{e}_1' \underline{X}$, $Y_2 = \underline{e}_2' \underline{X}$, \dots , $Y_p = \underline{e}_p' \underline{X}$ são componentes principais obtidas da matriz de covariância Σ , então

$$\rho_{Y_i, X_k} = \frac{e_{ik} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\sigma_{kk}}}, \text{ com } i, k = 1, 2, \dots, p \quad (15)$$

são os coeficientes de correlação entre as componentes Y_i e as variáveis X_k .

Se o vetor de aleatório \underline{X} estiver padronizado, conforme a equação (7), logo

$$\underline{Z}' = [Z_1, Z_2, \dots, Z_p] = \left[\frac{X_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}}, \frac{X_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}}, \dots, \frac{X_p - \mu_p}{\sqrt{\sigma_{pp}}} \right] \quad (16)$$

Assim, $E(\underline{Z}) = 0$ e $Cov(\underline{Z}) = V^{-1/2} \Sigma V^{-1/2} = \rho$, onde $V^{-1/2} = diag(\sqrt{1/\sigma_{ii}})$.

Jolliffe (2002) ressalta que todas as propriedades consideradas para a matriz Σ também são válidas para a matriz ρ e que a particularidade do uso de cada uma está nas medidas dos dados. A matriz Σ é mais sensível às diferenças de unidades

²Teorema da decomposição em valor singular: Toda matriz $A_{(n \times m)}$ de posto r pode ser decomposta em $A = P \Lambda Q'$, em que $P_{(n \times r)}$ e $Q_{(m \times r)}$ são ortogonais por coluna, ou seja, $P'P = Q'Q = I_r$ e $\Lambda = diag(\lambda_i^{1/2})$, $\lambda_i > 0$. As quantidades $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$ são os autovalores não-nulos das matrizes AA' ou $A'A$ e P e Q correspondem às matrizes formadas pelos r autovetores das matrizes AA' ou $A'A$ dispostos em suas colunas, respectivamente.

de medidas ou escalas das variáveis e tais diferenças se repercutirão na variabilidade das variáveis e, que por sua vez, aquelas variáveis com maior variabilidade tenderão a dominar as primeiras componentes principais. Padronizando todas as variáveis de \underline{X} problemas de escala não serão problema, e ao encontrar a matriz Σ percebe-se que esta matriz será a própria matriz ρ . Ainda, é difícil comparar matrizes de covariâncias onde as variáveis possuem escalas/medidas diferentes enquanto que as matrizes de correlação possuem um padrão e isto facilita a interpretação dos dados.

A i -ésima componente principal das variáveis padronizadas $\underline{Z}' = [Z_1, Z_2, \dots, Z_p]$ com $Cov(\underline{Z}) = \rho$ é dada por

$$Y_i = \underline{e}_i' \underline{Z} = \underline{e}_i' V^{-1/2} (\underline{X} - \underline{\mu}) \text{ com } i = 1, 2, \dots, p. \quad (17)$$

Ainda mais,

$$\sum_{i=1}^p Var(Y_i) = \sum_{i=1}^p Var(Z_i) = p \quad (18)$$

e

$$\rho_{Y_i, Z_k} = \underline{e}_{ik} \sqrt{\lambda_i} \text{ com } i, k = 1, 2, \dots, p \quad (19)$$

Neste caso, $(\lambda_1, \underline{e}_1), (\lambda_2, \underline{e}_2), \dots, (\lambda_p, \underline{e}_p)$ são os pares de autovalores e autovetores de ρ , onde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. Pela equação (18), observa-se que a variância populacional total (variáveis padronizadas) é simplificada por p , a soma dos elementos da diagonal da matriz ρ . Usando a equação (14) onde \underline{X} é substituído por \underline{Z} , será encontrada a proporção da variância total explicada pela k -ésima componente principal de \underline{Z} dada por

$$\frac{\lambda_k}{p} \text{ com } k = 1, 2, \dots, p \quad (20)$$

onde λ_k 's são os autovalores de ρ .

Observa-se que os parâmetros populacionais $\underline{\mu}$, Σ e ρ podem ser estimadas pelas estatísticas amostrais $\overline{\underline{X}}$, S e R , e assim, os demais resultados advindos dessas estatísticas também serão estimativas amostrais.

2.6 NORMALIDADE MULTIVARIADA

Pode ser desejável saber se o vetor aleatório \underline{X} tenha distribuição normal multivariada devido aos numerosos procedimentos propostos para essa situação. Rencher (2002) traz alguns procedimentos para avaliar a normalidade multivariada do vetor aleatório \underline{X} . Serão descritos dois desses procedimentos, um gráfico e o outro numérico.

O primeiro procedimento é baseado sobre a padronização da distância de cada X_i sobre $\underline{\bar{X}}$:

$$d_i^2 = (X_i - \underline{\bar{X}})' S^{-1} (X_i - \underline{\bar{X}}), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (21)$$

Assim, X_i será normal multivariada se

$$u_i = \frac{nd_i^2}{(n-1)^2} \quad (22)$$

tem distribuição beta³, a qual é relacionada à distribuição F . Para obter o gráfico quantil-quantil (*QQ plot*), os valores de u_1, u_2, \dots, u_n são classificados $u_{(1)} \leq u_{(2)} \leq \dots \leq u_{(n)}$ e representa-se $(u_{(i)}, v_i)$, onde os quantis v_i de beta são dados pela solução de

$$\int_0^{v_i} \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} x^{a-1} (1-x)^{b-1} dx = \frac{i-\alpha}{n-\alpha-\beta+1}, \quad (23)$$

onde

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{2}p, & \alpha &= \frac{p-2}{2p} \\ b &= \frac{1}{2}(n-p-1), & \beta &= \frac{n-p-3}{2(n-p-1)} \end{aligned} \quad (24)$$

Um padrão não-linear no gráfico poderia indicar um desvio de normalidade.

O outro procedimento para verificar a normalidade multivariada é a generalização de um teste univariado baseado em medidas de assimetria e curtose, proposto por Mardia, Kent e Bibby (1979). Para estimar as medidas de assimetria $\beta_{1,p}$ e curtose

³Rencher (2002) menciona que a distribuição de d_i^2 pode ser aproximada por uma χ_p^2 , porém esta aproximação é muito pobre para valores moderados de p e que Small, em 1978, mostrou que o gráfico de d_i^2 vs. os quantis de χ_p^2 são enganosos.

$\beta_{2,p}$ usando uma amostra X_1, X_2, \dots, X_p , define-se primeiramente

$$g_{ij} = (X_i - \bar{X})' S^{-1} (X_j - \bar{X}), \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (25)$$

onde $S = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})' (X_i - \bar{X}) / (n-1)$. Então, as estimativas de $\beta_{1,p}$ e $\beta_{2,p}$ são dadas por

$$\beta_{1,p} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g_{ij}^3, \quad (26)$$

$$\beta_{2,p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_{ii}^2. \quad (27)$$

Para valores pequenos de n e p , encontram-se tabelados os valores de $\beta_{1,p}$ e $\beta_{2,p}$ mas para valores de p e $n \geq 50$, são válidos os seguintes testes aproximados. Para $\beta_{1,p}$, a estatística

$$z_1 = \frac{(p+1)(n+1)(n+3)}{6[(n+1)(p+1)-6]} \beta_{1,p} \quad (29)$$

é aproximado por χ^2 com $\frac{1}{6}p(p+1)(p+2)$ graus de liberdade. Rejeita-se a hipótese de normalidade multivariada se $z_1 \geq \chi_{0,05}^2$. Com $\beta_{2,p}$, por outro lado, deseja-se rejeitar valores grande (distribuições com pico acentuado) e valores pequenos (distribuições muito planas). Para a parte acima de 2,5% dos pontos de $\beta_{2,p}$ usa-se

$$z_2 = \frac{\beta_{2,p} - p(p+2)}{\sqrt{8p(p+2)/n}}, \quad (30)$$

o qual é aproximada por $\mathcal{N}(0,1)$. Para pontos abaixo de 2,5%, há dois casos: (1) quando $50 \leq n \leq 400$, usa-se

$$z_3 = \frac{\beta_{2,p} - p(p+2)(n+p+1)/n}{\sqrt{8p(p+2)/(n-1)}}, \quad (31)$$

o qual é aproximada por $\mathcal{N}(0,1)$; (2) quando $n \geq 400$, usa-se z_2 que é dada pela equação (30).

2.7 ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

Os primeiros conceitos sobre a análise fatorial exploratória surgiu com Galton, em 1888, quando apresentou os métodos de regressão e coeficiente de correlação.

Por volta de 1904, Spearman propôs a atual modelagem da estrutura fatorial em estudos de testes de escores na inteligência humana. O modelo de um único fator de Spearman, em 1904, foi generalizado posteriormente por Thurstone, em 1931 e 1947, para contemplar múltiplos fatores.

Segundo Johnson e Wichern (2007), a análise fatorial tem o propósito descrever, se possível, o relacionamento da covariância entre muitas variáveis em termos de outras variáveis não observáveis, quantidades aleatórias chamadas de fatores. O modelo fatorial supõe que há variáveis que podem ser agrupadas pelas suas correlações, ou melhor, há variáveis dentro de um grupo particular que são altamente correlacionadas entre si, mas tem relativamente menores correlações com variáveis de outros grupos. Daí a ideia de representar esse grupo por um fator, que é responsável pela observação das correlações.

Alguns autores comentam sobre o confundimento das análises de componentes principais e fatorial exploratória. De acordo com Timm (2002), ambas as técnicas se iniciam pela variação de um conjunto de variáveis, representadas pela matriz de covariância ou de correlação. A análise fatorial exploratória procura explicar todas as covariâncias ou correlações com poucos fatores comuns que não são observáveis ou latentes. Já a análise de componentes principais utiliza todas as componentes para representar todas as covariâncias ou correlações. Enquanto poucos fatores podem representar todas as intercorrelações (covariâncias), o mesmo número de fatores não explicarão a variância total como ocorre na análise de componentes principais. Desse modo, a análise de componentes principais procura explicar a variância nas variáveis enquanto a análise fatorial exploratória está preocupado em explicar as covariâncias.

Como será definido adiante, na análise fatorial exploratória, a matriz de covariância ou correlação é dividida em duas partes: a parte que deve-se aos fatores comuns a outra parte que deve-se aos fatores únicos. Algumas correlações (covariâncias) que não são explicados pelos fatores comuns estão associados com os fatores únicos não-correlacionados (resíduo). Já na análise de componentes principais não

há variância residual, toda a variância é explicada pelas componentes. Uma outra diferença importante entre os dois processos está no sentido da análise.

A autora Mingoti (2005) menciona que há duas técnicas de análise fatorial, a exploratória e a confirmatória. A primeira, como o próprio nome sugere, busca encontrar os fatores subjacentes às variáveis originais amostradas. O pesquisador que utiliza dessa análise, busca uma noção de quantos fatores fazem parte do modelo fatorial e não sabe o que os fatores representam. Quando já se tem um modelo fatorial pré-especificado, o pesquisador pode aplicar a análise fatorial confirmatória para verificar se é aplicável ou consistente com os dados amostrais de que dispõe, vindo a aplicar modelos de equações estruturais.

A seguir, será descrito o modelo fatorial ortogonal para realização da análise fatorial exploratória.

2.7.1 Modelo Fatorial Ortogonal

Seja o vetor aleatório observável \underline{X} , com p componentes, vetor de média $\underline{\mu}$ e matriz de covariância Σ . O modelo fatorial postula que \underline{X} é linearmente dependente sobre algumas variáveis aleatórias não observáveis F_1, F_2, \dots, F_m , chamadas de fatores comuns, e p adicionais fontes de variações $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, chamados de erros ou fatores específicos. O modelo fatorial é definido como

$$\begin{aligned} (X_1 - \mu_1) &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ (X_2 - \mu_2) &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ (X_p - \mu_p) &= \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \tag{32}$$

ou, em notação matricial,

$$\left(\underline{X} - \underline{\mu} \right)_{(p \times 1)} = L_{(p \times m)} \underline{F}_{(m \times 1)} + \underline{\varepsilon}_{(p \times 1)} \tag{33}$$

O coeficiente ℓ_{ij} é chamado de carregamento ou peso da i -ésima variável sobre o j -ésimo fator, logo a matriz L é a matriz dos carregamento dos fatores. Ainda, o i -

ésimo fator específico ε_i é associado somente com a i -ésima variável resposta X_i . Os p desvios $(X_1 - \mu_1), (X_2 - \mu_2), \dots, (X_p - \mu_p)$ são expressos em termos de $p + m$ variáveis aleatórias $F_1, F_2, \dots, F_m, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ os quais são não observáveis.

Com muitas quantidades não observáveis, uma verificação direta do modelo fatorial das observações sobre X_1, X_2, \dots, X_p é esperada. Contudo, com algumas suposições adicionais sobre os vetores aleatórios \underline{F} e $\underline{\varepsilon}$, o modelo em (33) implica certas relações de covariância.

Assume-se que

$$\begin{aligned} E(\underline{F}) &= \underline{0}_{(m \times 1)}, & Cov(\underline{F}) &= E(\underline{F}\underline{F}') = I_{(m \times m)} \\ E(\underline{\varepsilon}) &= \underline{0}_{(p \times 1)}, & Cov(\underline{\varepsilon}) &= E(\underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}') = \Psi_{(p \times p)} = \begin{bmatrix} \psi_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \psi_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \psi_p \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (34)$$

e que \underline{F} e $\underline{\varepsilon}$ são independentes,

$$Cov(\underline{\varepsilon}, \underline{F}) = Cov(\underline{\varepsilon}, \underline{F}') = \underline{0}_{(p \times m)} \quad (35)$$

Estas suposições e a relação em (33) constituem o modelo fatorial ortogonal.

De (33), tem-se que

$$\begin{aligned} (\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})' &= (\underline{LF} + \underline{\varepsilon})(\underline{LF} + \underline{\varepsilon})' \\ &= (\underline{LF} + \underline{\varepsilon})((\underline{LF})' + \underline{\varepsilon}') \\ &= \underline{LF}(\underline{LF})' + \underline{\varepsilon}(\underline{LF})' + \underline{LF}\underline{\varepsilon}' + \underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}' \end{aligned} \quad (36)$$

então,

$$\begin{aligned} \Sigma &= Cov(\underline{X}) = E(\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})' \\ &= E(\underline{LF}(\underline{LF})' + \underline{\varepsilon}(\underline{LF})' + \underline{LF}\underline{\varepsilon}' + \underline{\varepsilon}\underline{\varepsilon}') \\ &= \underline{LL}' + \Psi \end{aligned} \quad (37)$$

ou,

$$\begin{aligned} \text{Var}(X_i) &= \ell_{i1}^2 + \ell_{i2}^2 + \cdots + \ell_{im}^2 + \psi_i \\ \text{Cov}(X_i, X_k) &= \ell_{i1}\ell_{k1} + \ell_{i2}\ell_{k2} + \cdots + \ell_{im}\ell_{km} \end{aligned} \quad (38)$$

Ainda, pela equação (33), $(\underline{X} - \underline{\mu}) \underline{F}' = (\underline{L}\underline{F} + \underline{\varepsilon}) \underline{F}' = \underline{L}\underline{F}\underline{F}' + \underline{\varepsilon}\underline{F}'$ então

$$\text{Cov}(\underline{X}, \underline{F}) = E(\underline{X} - \underline{\mu}) \underline{F}' = \underline{L}E(\underline{F}\underline{F}') + E(\underline{\varepsilon}\underline{F}') = \underline{L}, \quad (39)$$

ou,

$$\text{Cov}(X_i, F_j) = \ell_{ij} \quad (40)$$

A porção da variância da i -ésima variável contribuída por m fatores comuns é chamada de i -ésima comunalidade. Esta porção de $\text{Var}(X_i) = \sigma_{ii}$ deve-se ao fator específico é frequentemente chamada de variância específica. Assim,

$$\underbrace{\sigma_{ii}}_{\text{Var}(X_i)} = \underbrace{\ell_{i1}^2 + \ell_{i2}^2 + \cdots + \ell_{im}^2}_{\text{comunalidade}} + \underbrace{\psi_i}_{\text{variância específica}} \quad (41)$$

A i -ésima comunalidade é a soma dos quadrados dos carregamentos da i -ésima variável sobre m fatores comuns.

2.7.2 Estimação do Modelo Fatorial: Método de Componentes Principais

Os métodos mais conhecidos para estimação dos carregamento fatorial são o de componentes principais e o de máxima verossimilhança. O primeiro não exige normalidade multivariada dos dados enquanto que o segundo já exige. Como será mostrado adiante que os dados não obedecem a distribuição normal multivariada, será revisado apenas o método de componentes principais.

O teorema de decomposição de valores singulares permite que a matriz de covariância Σ seja fatorada em termo dos seus pares de autovalores-autovetores $(\lambda_i, \underline{e}_i)$ com $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_p \geq 0$. Logo

$$\begin{aligned}
\Sigma &= \lambda_1 \underline{e}_1 \underline{e}_1' + \lambda_2 \underline{e}_2 \underline{e}_2' + \cdots + \lambda_p \underline{e}_p \underline{e}_p' \\
&= \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}_1 & \sqrt{\lambda_2} \underline{e}_2 & \cdots & \sqrt{\lambda_p} \underline{e}_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}_1' \\ \sqrt{\lambda_2} \underline{e}_2' \\ \vdots \\ \sqrt{\lambda_p} \underline{e}_p' \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{42}$$

o qual ajusta a estrutura de covariância prescrita para a análise do modelo fatorial, tendo m fatores ($m = p$) e variância específica $\psi_i = 0, i = 1, 2, \dots, p$. Dessa maneira

$$\Sigma_{(p \times p)} = L_{(p \times p)} L'_{(p \times p)} + 0_{(p \times p)} = LL' \tag{43}$$

entretanto neste caso a representação de Σ é exata, isto é, o número de fatores comuns é igual ao número de variáveis. Na prática deve-se optar por modelos que expliquem a estrutura de covariância usando poucos fatores comuns. Assim, quando os últimos $p - m$ autovalores são pequenos os mesmos são negligenciados e então obtém-se a aproximação

$$\Sigma \approx \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}_1 & \sqrt{\lambda_2} \underline{e}_2 & \cdots & \sqrt{\lambda_m} \underline{e}_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}_1' \\ \sqrt{\lambda_2} \underline{e}_2' \\ \vdots \\ \sqrt{\lambda_m} \underline{e}_m' \end{bmatrix} = L_{(p \times m)} L'_{(m \times p)} \tag{44}$$

a aproximação em (44) assume os fatores específicos \underline{e} em (33) são de menor importância e podem ser ignorados na fatoração de Σ . Se os fatores específicos forem incluídos no modelo, a contribuição deles pode ser estimada tomando-se os elementos da diagonal de $\Sigma - LL'$, onde LL' é definida em (44).

Considerando-se os fatores específicos, encontramos a aproximação

$$\Sigma \approx \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}_1 & \sqrt{\lambda_2} \underline{e}_2 & \cdots & \sqrt{\lambda_m} \underline{e}_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} \underline{e}'_1 \\ \sqrt{\lambda_2} \underline{e}'_2 \\ \vdots \\ \sqrt{\lambda_m} \underline{e}'_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \psi_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \psi_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \psi_p \end{bmatrix} \quad (45)$$

onde $\psi_i = \sigma_{ii} - \sum_{j=1}^m \ell_{ij}^2$ para $i = 1, 2, \dots, p$. Quando \underline{X} está padronizado, tem-se que a matriz de covariância é a matriz de correlação e, como a diagonal da matriz de correlação é composta de 1, logo $\psi_i = 1 - \sum_{j=1}^m \ell_{ij}^2$.

O mesmo desenvolvimento pode ser considerado para o caso amostral onde Σ é estimada por S e ρ é estimada por R , e dessas matrizes amostrais podem ser estimadas as matrizes de carregamentos \hat{L} e $\hat{\psi}$.

Segundo Marques (2012), a escolha de quantos fatores devem ser utilizadas para resumir os dados pode ser baseada nos seguintes critérios:

1. selecionar m fatores que especificam uma porcentagem da variância total, como, por exemplo, 70% a 80%;
2. selecionar m fatores que especificam cujos autovalores são maiores do que a média dos autovalores, $\sum_{i=1}^p \lambda_i / p$. Para a matriz de correlação, esta média é 1 (Critério de Kaiser);
3. usar o *screeplot*, representar o valor de λ_i por i , e olhar para uma separação entre os maiores e os menores autovalores;
4. a experiência do pesquisador com relação aos dados que são trabalhados.

De acordo com Mingoti (2005), a matriz de correlação amostral original $R_{p \times p}$ estará sendo aproximada por:

$$\Sigma \approx \hat{L} \hat{L}' + \hat{\psi} \quad (46)$$

e a matriz residual proveniente do ajuste do modelo fatorial será dada por:

$$M_{Res} = R - (\hat{L}\hat{L}' + \hat{\Psi}) \quad (47)$$

A matriz residual pode servir como um critério para avaliação da qualidade de ajuste do modelo fatorial. Idealmente, seus valores deveriam ser próximos de zero.

Duas medidas que podem ser utilizadas para sintetizar a informação da matriz residual são o erro médio (EM), definido como a média dos valores que estão acima da diagonal principal da matriz M_{Res} , e a raiz quadrada do erro quadrático (REQM), definida como a raiz quadrada da média dos valores, ao quadrado, que estão acima da diagonal principal da matriz M_{Res} .

Considerando a proporção total da variância amostral devida ao j -ésimo fator é dada por

$$\begin{array}{ll} \frac{\hat{\lambda}_j}{s_{11} + s_{22} + \dots + s_{pp}} & \text{para análise fatorial de } S \\ \frac{\hat{\lambda}_j}{p} & \text{para análise fatorial de } R \end{array} \quad (48)$$

Segundo Lattin, Carrol e Green (2011), a análise fatorial não é um fim em si mesma. Pode ser necessário que se conheça a localização de cada observação original no reduzido espaço fatorial, cujos valores são chamados de escores fatoriais. Assim, os escores fatoriais podem ser utilizados também para construir gráficos, mapas de percepção, como variáveis-resposta ou explicativas para algum procedimento estatístico.

Pode-se comparar o modelo em (33) a um modelo de regressão linear múltipla. De acordo com Mingoti (2005), o vetor \underline{F} pode ser estimado pelo método de mínimos quadrados ponderados, pois os resíduos em $\underline{\varepsilon}$ não têm necessariamente a mesma variância. As matrizes $L_{(p \times m)}$ e $\Psi_{(p \times p)}$ são estimadas pelos dados amostrais, assim, para qualquer elemento amostral $k = 1, 2, \dots, n$, o respectivo valor numérico no fator \hat{F}_j

será obtido por

$$\hat{\underline{F}} = (\hat{\underline{L}}' \hat{\underline{\Psi}}^{-1} \hat{\underline{L}})^{-1} \hat{\underline{L}}' \hat{\underline{\Psi}}^{-1} \underline{Z} \quad (49)$$

O teste de esfericidade de Bartlett e a medida de adequacidade são utilizadas para analisar o ajuste fatorial, e são apresentados por Rencher (2002).

2.7.3 Teste de Esfericidade de Bartlett

Este teste é utilizado para verificar se a matriz de correlação é próxima da identidade, ou seja, se X_1, X_2, \dots, X_p são não-correlacionadas. Assim, a hipótese $H_0 : \rho = I$ versus $H_1 : \rho \neq I$. Assim, tem-se que

$$u = - \left[(n-1) - \frac{1}{6}(2p+5) \right] \ln |R| \quad (50)$$

o qual é aproximadamente distribuído por χ^2_v , onde $v = \frac{1}{2}p(p-1)$ indica os graus de liberdade de χ^2 , n é o número de observações de cada X_i , p é o número de variáveis e $|R|$ é o determinante da matriz de correlação amostral. Assim, rejeita-se H_0 se $u > \chi^2_{\alpha, v}$. Note que $|R|$ varia entre 0 e 1, e se $|R| = 1$ diz-se que as variáveis são não correlacionadas e que $R = I$. Ainda, se $|R| = 0$ não encontra-se completo o posto da matriz R , ou seja, 2 ou mais variáveis são linearmente dependentes.

2.7.4 Medida de Adequacidade da Amostra (MSA)

Para que o modelo de análise fatorial tenha um bom ajuste recomenda-se que matriz R^{-1} seja próxima de uma matriz diagonal. Para avaliar isso, tem-se uma medida de adequacidade da amostra, também conhecida por KMO, devido a Kaiser-Meyer-Olkin, que avalia a adequação da amostra quanto ao grau de correlação parcial entre as variáveis.

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} q_{ij}^2} \quad (51)$$

onde r_{ij}^2 é o quadrado de um elemento de R e q_{ij}^2 é o quadrado de um elemento de $Q = DR^{-1}D$, com $D = \left[\text{diag} (R^{-1})^{1/2} \right]^{-1}$. Como R^{-1} se aproxima de uma matriz diagonal, MSA se aproxima de 1. Recomenda-se que, para obter resultados satisfatórios, o MSA deve exceder 0,8 (FÁVERO *et al.*, 2009).

2.7.5 Rotação dos Fatores

Seja $T_{m \times m}$ uma matriz ortogonal, isto é, $TT' = T'T = I$. A expressão (33) pode ser escrita como

$$(\underline{X} - \underline{\mu}) = \underline{L}\underline{F} + \underline{\varepsilon} = \underline{L}T T' \underline{F} + \underline{\varepsilon} = \underline{L}^* \underline{F}^* + \underline{\varepsilon} \quad (52)$$

desde que

$$\begin{aligned} E(\underline{F}^*) &= T'E(\underline{F}) = 0 \\ Cov(\underline{F}^*) &= T'Cov(\underline{F})T = T'T = I_{(m \times m)} \end{aligned} \quad (53)$$

Os fatores \underline{F} e $\underline{F}^* = T'\underline{F}$ tem as mesmas propriedades estatísticas, e apesar de os carregamentos L^* serem, em geral, diferentes dos carregamentos L , ambos geram a mesma matriz de covariância.

$$\Sigma \approx LL' + \Psi \approx LTT'L' + \Psi \approx L^*L'^* + \Psi \quad (54)$$

As comunalidades dadas pelos elementos da diagonal de $LL' = L^*L'^*$ também não são afetadas pela escolha de T .

Assim, na rotação ortogonal, ângulos e distâncias são preservados, comunalidades inalteradas, e a configuração básica dos pontos continua a mesma, apenas a referência dos eixos que difere, de forma que os fatores tornem-se mais interpretáveis. Isso ocorre quando a rotação consegue aproximar, quanto possível, os fatores aos pontos. Se existem grupos de pontos, os fatores são deslocados de forma a passar ou se aproximar desses grupos.

Segundo Mingoti (2005), a busca da matriz $T_{(m \times m)}$ tem como base a tentativa de encontrar fatores com grandes variabilidades nos carregamentos, isto é, encontrar, para um valor fixo, um grupo de variáveis X_i altamente correlacionadas com o fator e

um outro grupo de variáveis que tenham correlação desprezível ou moderada com o fator. Para cada fator fixo, a solução é obtida através da maximização da variação dos quadrados dos carregamentos originais das colunas da matriz $L_{(p \times m)}$.

Kaiser (1958) propôs como medida de parcimônia a soma das variâncias das cargas fatoriais quadráticas dentro de cada coluna da matriz de carregamentos.

$$\begin{aligned} V_j &= \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \left(\hat{\ell}_{ij}^2 - \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^2 \right)^2 \\ V_j &= \frac{1}{p^2} \left[p \sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^4 - \left(\sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^2 \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (55)$$

onde V_j é a variância das comunalidades das variáveis com o fator j . Somando V_j para todos os fatores

$$V_m = \sum_{j=1}^m V_j = \frac{1}{p^2} \sum_{j=1}^m \left[p \sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^4 - \left(\sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^2 \right)^2 \right] \quad (56)$$

De acordo com Ferreira (2011), se utilizarmos esse critério, daremos pesos iguais às respostas com grandes e pequenas comunalidades. Kaiser (1958) sugeriu uma melhor função objetivo maximizada para

$$V_m = \frac{1}{p^2} \sum_{j=1}^m \left[p \sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^{*4} - \left(\sum_{i=1}^p \hat{\ell}_{ij}^{*2} \right)^2 \right] \quad (57)$$

sendo $\hat{\ell}_{ij}^* = \hat{\ell}_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^m \hat{\ell}_{ij}^2}$ a ij -ésimo carregamento dividido pela raiz quadrada de sua respectiva comunalidade. Após a rotação, cada carga deve ser multiplicada pela raiz quadrada de sua correspondente comunalidade para restaurar a dimensionalidade adequada. Esse critério foi denominado por Kaiser por varimax normalizada ou simplesmente varimax.

A ideia original é tomar a derivada de primeira ordem da equação (57) com relação a um ângulo ϕ determinado pelos eixos de dois fatores r e s e igualar o resultado a zero para maximizá-la.

Em 1958, Kaiser publicou um artigo mostrando o procedimento para obter o

ângulo ϕ entre os fatores r e s :

$$\phi = \frac{1}{4} \arctg \frac{2 \left\{ 2p \sum_{i=1}^p [(x_{ir}^2 - x_{is}^2) x_{ir} x_{is}] - \sum_{i=1}^p (x_{ir}^2 - x_{is}^2) \left(2 \sum_{i=1}^p x_{ir} x_{is} \right) \right\}}{p \sum_{i=1}^p [(x_{ir}^2 - x_{is}^2)^2 - (2x_{ir} x_{is})^2] - \left\{ \left[\sum_{i=1}^p (x_{ir}^2 - x_{is}^2) \right]^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^p x_{ir} x_{is} \right)^2 \right\}} \quad (58)$$

Ferreira (2011) mostra que tomando-se a derivada de segunda ordem e substituindo a solução ϕ encontrada em (58), deve-se obter um valor negativo para que a solução represente um ponto de máximo. Assim, o ângulo ϕ deve ser direcionado para um dos quatro quadrantes do círculo unitário, para que a solução seja apropriada, a qual é determinada pelos sinais, positivo ou negativo, do numerador e do denominador de (58) e pela especificação da Tabela (2). Deve-se obter uma solução iterativa para realizarmos a rotação fatorial. Escolhe-se dois fatores quaisquer e realizamos a rotação determinada pelo ângulo ϕ , preservando os demais fatores intactos. De forma recursiva realiza-se a rotação para todos os pares possíveis de fatores. Após terminado o ciclo, reinicia-se o processo com um novo ciclo rotacionando cada par de fatores de cada vez até que todos os pares tenham sido considerados. Deve-se parar o processo, quando em um dado ciclo os ângulos de rotação sejam considerados desprezíveis, tomando uma precisão estabelecida.

TABELA 2 - Quadrante apropriado para o ângulo 4ϕ

Sinal do numerador	Sinal do denominador	
	+	-
+	$I : 0^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$	$IV : -90^\circ \leq \phi \leq 0^\circ$
-	$II : 90^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$	$III : -180^\circ \leq \phi \leq -90^\circ$

FONTE: Ferreira (2011)

Inicia-se o processo iterativo para obter a rotação pretendida, tomando o par $r = 1$ e $s = 2$ e calculando o ângulo ϕ de rotação entre esses fatores, utilizando a expressão (58) e a tabela (2). Deve-se obter a matriz ortogonal T_{12} por

$$T_{12} = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 & \cdots & 0 \\ \sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (59)$$

Assim, calcula-se a matriz de carregamentos com a rotação dos fatores selecionados $r = 1$ e $s = 2$ por $\hat{L}_1^* = \hat{L}T_{12}$.

Num segundo estágio, selecionados os fatores $r = 1$, já rotacionado, $s = 3$, original e obtemos a matriz de rotação T_{13} , de forma análoga à descrita para os fatores $r = 1$ e $s = 2$ do passo anterior.

$$T_{13} = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & 0 & -\sin(\phi) & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \sin(\phi) & 0 & \cos(\phi) & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (60)$$

Assim, a matriz de carregamentos rotacionada $\hat{L}_2^* = \hat{L}_1^*T_{13}$.

O processo para os pares de fatores $(r = 1, s = 4), (r = 1, s = 5), \dots, (r = m - 1, s = m)$, ou seja, para todos os $\binom{m}{2}$ pares de fatores. Os ciclos de $m(m - 1)/2$ rotações são repetidos até que todos os ângulos dentre o de um ciclo sejam menores do que uma dada quantidade δ preestabelecida. No final, a matriz rotacionada \hat{L}^* de cargas fatoriais.

2.8 DESCARTE DE VARIÁVEIS E TRANSFORMAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Anteriormente, foi comentado que, ao calcular os autovalores da matriz de covariância ou correlação, e estes autovalores forem iguais ou se há autovalor nulo,

podem ser indícios de dependência linear nas componentes principais, ou que há variáveis muito próximas da colinearidade. Serão apresentadas algumas técnicas de descarte de variáveis e de transformação para que esse tipo de situação seja tratada.

Os artigos de Jolliffe (1972) e Jolliffe (1973) abordam o assunto descarte de variáveis os quais serão descritos a seguir:

2.8.1 Métodos de Correlação Múltipla

- Método A1: é uma técnica de descarte de variáveis utilizando regressão linear múltipla, em que as variáveis preditoras e regressoras são contínuas. O método consiste em escolher um subconjunto de variáveis que maximiza o coeficiente de regressão múltiplo das variáveis dependentes com as p variáveis independentes (ou equivalente a minimizar o quadrado residual médio).
- Método A2: é um método *step-wise* o qual rejeita a variável que tem máximo coeficiente de correlação múltiplo com as $(k - 1)$ variáveis restantes. Então, em cada estágio, quando restam q variáveis, a variável que tem o maior coeficiente de correlação com as outras $(q - 1)$ variáveis será a próxima a ser excluída. O processo continua até que restem p variáveis. Uma maneira de decidir sobre um valor adequado para p é parar a rejeição de variáveis quando todos os coeficientes de correlação entre estas variáveis estiverem abaixo de um valor R_0 . Um valor aproximado para R_0 pode ser encontrado considerando a distribuição teórica dos coeficientes de correlação múltiplo. Um valor empírico sugerido para R_0 após simulações com dados artificiais é 0,15.

2.8.2 Métodos de Componentes Principais

- Método B1: é um método de rejeição utilizando componentes principais. Aqui, uma análise de componentes principais é realizada sobre o conjunto

de k variáveis originais, e então é observada a coordenada do autovetor associado ao menor autovalor que possui maior valor (em módulo) e excluída a variável que dá a importância dessa coordenada. O processo se repete até que o menor autovalor atinja um certo valor λ_0 .

- Método B2: Esse método é uma variação do método B1, o que difere é que apenas uma análise de componente principais é realizada, atenta-se para os autovalores que estão abaixo de um valor λ_0 , e então analisadas as coordenadas que possuem maiores valores (em módulo) nos autovetores associados a tais autovalores, e excluídas de uma vez as variáveis associadas as coordenadas dos autovetores, restando apenas $(k - p)$ variáveis.
- Método B3: também utiliza $(k - p)$ variáveis. Porém para selecionar quais serão as variáveis a serem excluídas, é calculado a soma dos quadrados das coordenadas da variável nos últimos $(k - p)$ autovetores, e as $(k - p)$ variáveis para as quais a soma dos quadrados é maior serão rejeitadas. Contudo, Jolliffe (1972) salienta que este método não é tão preciso em relação aos métodos B1, B2 e B4, pois acaba rejeitando variáveis erradas para dados de tipo simples e no apêndice do artigo mostra porque não considera esse método adequado para selecionar variáveis.
- Método B4: é uma variação do método B2. Analisa as coordenadas de maior peso nos autovetores associados aos autovalores que estão acima do valor de λ_0 , sendo retidas estas variáveis e excluídas as demais, restando $(k - p)$ variáveis.

Jolliffe (1973) sugere que o valor de λ_0 seja 0,7.

2.8.3 Métodos de *Clusters*

Um grupo de k variáveis podem ser agrupadas em p grupos ou clusters e uma variável é selecionada de cada cluster e as $(k - p)$ variáveis são então rejeitadas. Dentre os tipos de ligação utilizadas, Jolliffe (1972) considerou as ligações simples

(método C1) e média (método C2). No método ligação simples a medida de similaridade entre os grupos X e Y é dado por

$$r_{XY} = \max_{i \in X, j \in Y} r_{ij}, \quad (61)$$

onde r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis i e j . Para o método ligação média,

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i \in X} \sum_{j \in Y} r_{ij}}{n_1 n_2} \quad (62)$$

onde n_1 e n_2 são os números de variáveis em X e Y , respectivamente.

Para selecionar as variáveis, sugere-se:

- a) escolher a última variável a entrar no cluster;
- b) escolher as variáveis mais próximas de cada cluster;
- c) fazer escolhas aleatórias nos clusters.

Os agrupamentos são aglomerativos e pára quando todas as similaridades entre os clusters estiverem abaixo de 0,45 para C2 e 0,55 para C1.

O descarte de variáveis pode excluir variáveis que sejam necessárias, ou não, para a análise dos dados. Se as variáveis são colineares, pode ser feita uma rotina computacional que avalie duas a duas variáveis se estas são colineares.

Porém, quando há variáveis próximas da colinearidade, há indícios de uma correlação muito forte e pode ser arriscado descartar uma delas. Assim, pode-se utilizar o recurso de transformação do conjunto de variáveis.

2.8.4 Transformação de variáveis

Segundo Landeiro (2012), diversas transformações e padronizações nos dados podem ser realizadas de acordo com o tipo de dados e objetivo das análises. Rodrigues (2012) recomenda utilizar transformação raiz quadrada em dados de porcentagem e contagem (número inteiros).

Legendre e Gallagher (2001) discute algumas transformações para dados discretos e as transformações que trouxeram melhores resultados foram, em primeiro lugar, a transformação de Hellinger e, em segundo lugar, a transformação Chord. Contudo em Borcard, Gillet e Legendre (2011) diz que a transformação Chord é uma adaptação da transformação de Hellinger e é calculada sobre vetores normalizados com comprimento 1. A transformação de Hellinger é uma distância euclidiana utilizada para reduzir a importância de grandes valores no vetor de dados.

$$y_{ij} = \sqrt{\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}}. \quad (63)$$

A transformação consiste em dividir cada elemento da matriz de dados pela soma da sua respectiva coluna e, em seguida, extrai-se a raiz quadrada.

2.9 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA

A análise de correlação canônica foi desenvolvida por Hotelling, em 1936, e tem como objetivo medir a força da associação entre dois conjuntos/vetores de variáveis.

Seja o primeiro conjunto/vetor contendo p variáveis e o segundo conjunto/vetor com q variáveis, logo haverá pq correlações ou covariáveis, e se p e q forem grandes, as informações dos pq parâmetros serão sumarizados em um conjunto menor de coeficientes de correlação entre os dois conjuntos/vetores.

De acordo com Ferreira (2011), cria-se um par de variáveis latentes em termos das combinações lineares das variáveis dos dois conjuntos de variáveis e a informação contida nos pq parâmetros estará concentrada na correlação entre essas novas variáveis. Caso alguma explicação não tenha sido contemplada no primeiro par de variáveis latentes, pode-se estabelecer um segundo par de variáveis latentes. Esse raciocínio segue até que toda a informação de covariância ou de correlação entre os dois conjuntos de variáveis tenha sido explicada pelos pares de covariáveis latentes selecionados. Esse par de variáveis latentes é conhecido por par de variáveis canôni-

cas e a correlação entre essas variáveis é a correlação canônica.

Observa-se que a análise de correlação canônica tem certas propriedades de maximização semelhantes às da análise de componentes principais. Mardia, Kent e Bibby (1979) diz que a análise de componentes principais considera interrelações dentro de um conjunto de variáveis enquanto que o foco da análise de correlação canônica é a relação entre dois grupos de variáveis. Ainda, pode-se considerar a análise de correlação canônica como uma extensão da regressão múltipla. Na análise de regressão múltipla as variáveis são divididas em um conjunto \underline{X} , contendo q variáveis, e um conjunto \underline{Y} , contendo $p = 1$ variável, e a solução da regressão consiste em encontrar a combinação linear $\underline{a}'\underline{X}$ que é altamente correlacionada com \underline{Y} . Na análise de correlação canônica o conjunto \underline{Y} contém $p \geq 1$ variáveis e olha-se para os vetores \underline{a} e \underline{b} para os quais a correlação entre $\underline{a}'\underline{X}$ e $\underline{b}'\underline{Y}$ é maximizada. Se \underline{X} é interpretado como “causador” de \underline{Y} , então $\underline{a}'\underline{X}$ pode ser chamado de “melhor preditor” e $\underline{b}'\underline{Y}$ é chamado de “critério mais previsível”. No entanto, não existe qualquer hipótese de assimetria causal na matemática da análise de correlação canônica; \underline{X} e \underline{Y} são tratados de forma simétrica.

A seguir será apresentado o desenvolvimento para o cálculo das variáveis canônicas e das correlações canônicas, conteúdo baseado em Johnson e Wichern (2007), Ferreira (2011), Timm (2002) e Marques (2012).

2.9.1 Análise de Correlação Canônica

Há o interesse na mensuração da associação entre 2 grupos de variáveis. O primeiro grupo, de p variáveis, é representado pelo vetor aleatório $\underline{X}_{p \times 1}^{(1)}$. O segundo grupo, de q variáveis, é representado pelo vetor aleatório $\underline{X}_{q \times 1}^{(2)}$. Será assumido, no desenvolvimento teórico, que $\underline{X}^{(1)}$ representa o menor conjunto, isto é, $p \leq q$.

Para os vetores aleatórios $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$, sejam

$$\begin{aligned} E\left(\underline{X}^{(1)}\right) &= \underline{\mu}^{(1)}; & Cov\left(\underline{X}^{(1)}\right) &= \Sigma_{11} \\ E\left(\underline{X}^{(2)}\right) &= \underline{\mu}^{(2)}; & Cov\left(\underline{X}^{(2)}\right) &= \Sigma_{22} \\ Cov\left(\underline{X}^{(1)}, \underline{X}^{(2)}\right) &= \Sigma_{12} = \Sigma'_{21} \end{aligned} \quad (64)$$

Será conveniente considerar $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$ conjuntamente, então, pode-se escrever um vetor aleatório

$$\underline{X}_{((p+q) \times 1)} = \begin{bmatrix} \underline{X}^{(1)} \\ \dots\dots \\ \underline{X}^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1^{(1)} \\ X_2^{(1)} \\ \vdots \\ X_p^{(1)} \\ \dots\dots \\ X_1^{(2)} \\ X_2^{(2)} \\ \vdots \\ X_q^{(2)} \end{bmatrix} \quad (66)$$

tem vetor média

$$\underline{\mu}_{((p+q) \times 1)} = E(\underline{X}) = \begin{bmatrix} E\left(\underline{X}^{(1)}\right) \\ \dots\dots \\ E\left(\underline{X}^{(2)}\right) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{\mu}^{(1)} \\ \dots\dots \\ \underline{\mu}^{(2)} \end{bmatrix} \quad (67)$$

e matriz de covariância

$$\begin{aligned}
\Sigma_{(p+q) \times (p+q)} &= E \left(\underline{X} - \underline{\mu} \right) \left(\underline{X} - \underline{\mu} \right)' \\
\Sigma_{(p+q) \times (p+q)} &= \begin{bmatrix} E \left(\underline{X}^{(1)} - \underline{\mu}^{(1)} \right) \left(\underline{X}^{(1)} - \underline{\mu}^{(1)} \right)' & \vdots & E \left(\underline{X}^{(1)} - \underline{\mu}^{(1)} \right) \left(\underline{X}^{(2)} - \underline{\mu}^{(2)} \right)' \\ \dots\dots\dots & & \dots\dots\dots \\ E \left(\underline{X}^{(2)} - \underline{\mu}^{(2)} \right) \left(\underline{X}^{(1)} - \underline{\mu}^{(1)} \right)' & \vdots & E \left(\underline{X}^{(2)} - \underline{\mu}^{(2)} \right) \left(\underline{X}^{(2)} - \underline{\mu}^{(2)} \right)' \end{bmatrix} \\
\Sigma_{(p+q) \times (p+q)} &= \begin{bmatrix} \Sigma_{11(p \times p)} & \vdots & \Sigma_{12(p \times q)} \\ \dots\dots\dots & & \dots\dots\dots \\ \Sigma_{21(q \times p)} & \vdots & \Sigma_{22(q \times q)} \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{68}$$

As covariâncias entre os pares de variáveis de diferentes conjuntos - uma variável de $\underline{X}^{(1)}$, uma variável de $\underline{X}^{(2)}$ - estão consideradas em Σ_{12} ou, equivalentemente, em Σ_{21} . Isto é, os pq elementos de Σ_{12} medem a associação entre os dois conjuntos. Quando p e q são relativamente grandes, a interpretação dos elementos de Σ_{12} coletivamente é muito difícil. Além disso, as combinações lineares das variáveis é que são interessantes e são úteis para fins preditivos ou comparativos. A principal tarefa da análise de correlação canônica é resumir as associações entre os conjuntos $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$ em termos da escolha cuidadosa de menos covariâncias (ou correlações) ao invés de pq covariâncias em Σ_{12} .

Combinações lineares fornecem medidas de síntese simples de um conjunto de variáveis. Os conjuntos

$$\begin{aligned}
\underline{U} &= \underline{a}' \underline{X}^{(1)} \\
\underline{V} &= \underline{b}' \underline{X}^{(2)}
\end{aligned} \tag{69}$$

para alguns pares de coeficientes de vetores \underline{a} e \underline{b} . Assim, a correlação canônica é resultante da maximização da correlação entre as combinações lineares \underline{U} e \underline{V} , que são conhecidas por variáveis canônicas. Tem-se também que

$$\begin{aligned}
Var(\underline{U}) &= \underline{a}' Cov \left(\underline{X}^{(1)} \right) \underline{a} = \underline{a}' \Sigma_{11} \underline{a} \\
Var(\underline{V}) &= \underline{b}' Cov \left(\underline{X}^{(2)} \right) \underline{b} = \underline{b}' \Sigma_{22} \underline{b} \\
Cov(\underline{U}, \underline{V}) &= \underline{a}' Cov \left(\underline{X}^{(1)}, \underline{X}^{(2)} \right) \underline{b} = \underline{a}' \Sigma_{12} \underline{b}
\end{aligned} \tag{70}$$

A procura dos coeficientes dos vetores \underline{a} e \underline{b} deve ocorrer de modo que

$$Corr(\underline{U}, \underline{V}) = \frac{\underline{a}'\Sigma_{12}\underline{b}}{\sqrt{\underline{a}'\Sigma_{11}\underline{a}}\sqrt{\underline{b}'\Sigma_{22}\underline{b}}} \quad (71)$$

seja a maior possível.

Para maximizar a equação (71) impõe-se as seguintes restrições

$$\underline{a}'\Sigma_{11}\underline{a} = \underline{b}'\Sigma_{22}\underline{b} = 1, \quad (72)$$

que não alteram a correlação, mesmo que representem mudanças de escalas. As restrições são impostas para obtermos unicidade das soluções, exceto pelos sinais. Além disso, devemos assegurar que essas variáveis canônicas sejam não-correlacionadas com outras variáveis construídas dentro de cada um dos dois grupos de variáveis originais.

Assim, o primeiro par de variáveis canônicas é o par de combinações lineares U_1, V_1 têm variâncias unitárias, as quais maximizam a correlação em (71). O segundo par de variáveis canônicas é o par de combinações lineares U_2, V_2 têm variâncias unitárias, as quais maximizam a correlação em (71) entre todas aquelas que são não-correlacionadas com o primeiro par de variáveis canônicas. Seguindo o mesmo raciocínio, o k -ésimo par de variáveis canônicas é o par de combinações lineares U_k, V_k têm variâncias unitárias, as quais maximizam a correlação em (71) entre todas aquelas que são não-correlacionadas com os $k - 1$ primeiros pares de variáveis canônicas.

A correlação entre o k -ésimo par de variáveis canônicas é chamada de k -ésima correlação canônica.

A seguir, serão apresentados os detalhes para a obtenção das variáveis canônicas e suas correlações.

Suponha $p \leq q$ e sejam os vetores aleatórios $\underline{X}_{p \times 1}^{(1)}$ e $\underline{X}_{q \times 1}^{(2)}$ com $Cov(\underline{X}^{(1)}) = \Sigma_{11(p \times p)}$, $Cov(\underline{X}^{(2)}) = \Sigma_{22(q \times q)}$ e $Cov(\underline{X}^{(1)}, \underline{X}^{(2)}) = \Sigma_{12(p \times q)}$, onde Σ tem posto completo. Considere os vetores de coeficientes $\underline{a}_{(p \times 1)}$ e $\underline{b}_{(q \times 1)}$, que forma as combinações

lineares $\underline{U} = \underline{a}'\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{V} = \underline{b}'\underline{X}^{(2)}$. Então,

$$\max_{\underline{a}, \underline{b}} \text{Corr}(\underline{U}, \underline{V}) = \rho_1^* \quad (73)$$

alcançada pelas combinações lineares (primeiro par de variáveis canônicas)

$$U_1 = \underbrace{\underline{e}_1' \Sigma_{11}^{-1/2}}_{a'_1} \underline{X}^{(1)} \text{ e } V_1 = \underbrace{\underline{f}_1' \Sigma_{22}^{-1/2}}_{b'_1} \underline{X}^{(2)} \quad (74)$$

O k -ésimo par de variáveis canônicas, $k = 2, 3, \dots, p$,

$$U_k = \underline{e}_k' \Sigma_{11}^{-1/2} \underline{X}^{(1)} \text{ e } V_k = \underline{f}_k' \Sigma_{22}^{-1/2} \underline{X}^{(2)} \quad (75)$$

que maximiza

$$\text{Corr}(U_k, V_k) = \rho_k^* \quad (76)$$

entre aquelas combinações lineares não-correlacionadas com as variáveis canônicas $1, 2, \dots, k$ precedentes.

Tem-se aqui $\rho_1^{*2} \geq \rho_2^{*2} \geq \dots \geq \rho_p^{*2}$ são os autovalores de $\Sigma_{11}^{-1/2} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1/2}$, e $\underline{e}_1, \underline{e}_2, \dots, \underline{e}_p$ são os $(p \times 1)$ autovetores associados. (As quantidades $\rho_1^{*2}, \rho_2^{*2}, \dots, \rho_p^{*2}$ também são os p maiores autovalores da matriz $\Sigma_{22}^{-1/2} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1/2}$ com os correspondentes $(q \times 1)$ autovetores $\underline{f}_1, \underline{f}_2, \dots, \underline{f}_p$. Cada \underline{f}_i é proporcional à $\Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1/2}$).

As variáveis canônicas tem as propriedades

$$\begin{aligned} \text{Var}(U_k) &= \text{Var}(V_k) = 1 \\ \text{Cov}(U_k, U_l) &= \text{Corr}(U_k, U_l) = 0, \quad k \neq l \\ \text{Cov}(V_k, V_l) &= \text{Corr}(V_k, V_l) = 0, \quad k \neq l \\ \text{Cov}(U_k, V_l) &= \text{Corr}(U_k, V_l) = 0, \quad k \neq l \end{aligned} \quad (77)$$

para $k, l = 1, 2, \dots, p$.

Se as variáveis originais estão padronizadas $\underline{Z}^{(1)} = [Z_1^{(1)}, Z_2^{(1)}, \dots, Z_p^{(1)}]'$ e $\underline{Z}^{(2)} =$

$[Z_1^{(2)}, Z_2^{(2)}, \dots, Z_q^{(2)}]'$, as variáveis canônicas são da forma

$$\begin{aligned} U_k &= a'_k \underline{Z}^{(1)} = \underline{e}'_k \Sigma_{11}^{-1/2} \underline{X}^{(1)} \\ V_k &= b'_k \underline{Z}^{(2)} = \underline{f}'_k \Sigma_{22}^{-1/2} \underline{X}^{(2)} \end{aligned} \quad (78)$$

Aqui, $Cov(\underline{Z}^{(1)}) = \rho_{11}$, $Cov(\underline{Z}^{(2)}) = \rho_{22}$, $Cov(\underline{Z}^{(1)}, \underline{Z}^{(2)}) = \rho_{12} = \rho'_{12}$, e \underline{e}'_k e \underline{f}'_k são os autovetores de $\rho_{11}^{-1/2} \rho_{12} \rho_{22}^{-1} \rho_{21} \rho_{11}^{-1/2}$ e $\rho_{22}^{-1/2} \rho_{21} \rho_{11}^{-1} \rho_{12} \rho_{22}^{-1/2}$, respectivamente. As correlações canônicas, ρ_k^* , satisfaz

$$Corr(U_k, V_k) = \rho_k^*, \quad k = 1, 2, \dots, p \quad (79)$$

onde $\rho_1^{*2} \geq \rho_2^{*2} \geq \dots \geq \rho_p^{*2}$ são os autovalores não nulos da matriz $\rho_{11}^{-1/2} \rho_{12} \rho_{22}^{-1} \rho_{21} \rho_{11}^{-1/2}$ (ou, equivalentemente, os maiores autovalores de $\rho_{22}^{-1/2} \rho_{21} \rho_{11}^{-1} \rho_{12} \rho_{22}^{-1/2}$).

2.9.2 Correlações das variáveis canônicas com as variáveis originais e análise de redundância

O cálculo das correlações das variáveis canônicas com as variáveis originais (pesos canônicos) auxilia na interpretação e na análise da qualidade das variáveis canônicas, e são definidas por

$$\begin{aligned} Corr(\underline{U}, \underline{X}^{(1)}) &= R_{11a} \\ Corr(\underline{U}, \underline{X}^{(2)}) &= R_{21a} \\ Corr(\underline{V}, \underline{X}^{(1)}) &= R_{12b} \\ Corr(\underline{V}, \underline{X}^{(2)}) &= R_{22b} \end{aligned} \quad (80)$$

Para saber o quanto da variância (ou correlação) em $\underline{X}^{(1)}$ é explicado por $\underline{X}^{(2)}$, ou ainda, a proporção total da variância que é explicada pelas variáveis canônicas separadamente, calcula-se a redundância das variáveis canônicas (em porcentual)

$$\begin{aligned}
 PVE_{\underline{U}_k} &= \frac{\sum_{i=1}^p \text{Corr}(\underline{U}_k, \underline{X}_i^{(1)})}{p} \cdot 100 \\
 PVE_{\underline{V}_k} &= \frac{\sum_{i=1}^q \text{Corr}(\underline{V}_k, \underline{X}_i^{(2)})}{p} \cdot 100
 \end{aligned} \tag{81}$$

2.9.3 Teste-F de Rao para o l ambda de Wilks

Este teste de hipótese é relacionado à significância da relação entre dois conjuntos de dados. Considere que $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$. A correspondente matriz de covariância populacional particionada  

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix} \tag{82}$$

com partição análoga de S e R :

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}, \quad R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \tag{83}$$

A hipótese de independência de $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$ pode ser expressa como

$$H_0 : \Sigma = \begin{bmatrix} S_{11} & 0 \\ 0 & S_{22} \end{bmatrix} \quad \text{ou} \quad H_0 : \Sigma_{12} = 0. \tag{84}$$

Assim, a independência de $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$ significa que toda variável em $\underline{X}^{(1)}$ é independente de toda variável em $\underline{X}^{(2)}$, não havendo nenhuma restrição para Σ_{11} e Σ_{22}

O teste estatístico da proporção de verossimilhança para $H_0 : \Sigma_{12} = 0$, o qual testa a significância de r_1, r_2, \dots, r_s , é dada por

$$\Lambda_1 = \frac{|S|}{|S_{11}||S_{22}|} = \frac{|R|}{|R_{11}||R_{22}|} \tag{85}$$

que é distribuído com $\Lambda_{p,q,n-1-q}$. A estatística Λ de Wilks pode ser expressa também

em termos de autovalores:

$$\Lambda_1 = \prod_{i=1}^s (1 - r_i^2) \quad (86)$$

onde $s = \min(p, q)$ e os r_i^2 são os autovalores não-nulos da matriz $S_{11}^{-1}S_{12}S_{22}^{-1}S_{21}$ (ou da matriz $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21}$). Poderia-se usar também os autovalores de $S_{22}^{-1}S_{21}S_{11}^{-1}S_{12}$, pois os autovalores são os mesmo. O número de autovalores não nulos é $s = \min(p, q)$, uma vez que s é o posto de ambas as matrizes $S_{11}^{-1}S_{12}S_{22}^{-1}S_{21}$ e $S_{22}^{-1}S_{21}S_{11}^{-1}S_{12}$. Os autovalores são designados por r_i^2 porque eles são o quadrado das correlações canônicas entre $\underline{X}^{(1)}$ e $\underline{X}^{(2)}$.

Rejeita-se H_0 se $\Lambda_1 \leq \Lambda_\alpha$, onde Λ_α pode ser aproximada pela F -aproximada dada por

$$F = \frac{1 - \Lambda_1^{1/t}}{\Lambda_1^{1/t}}, \frac{df_2}{df_1} \quad (87)$$

onde é aproximada pela distribuição F com df_1 e df_2 graus de liberdade, sendo

$$\begin{aligned} df_1 &= pq, & df_2 &= wt - \frac{1}{2}pq + 1 \\ w &= n - \frac{1}{2}(p + q + 3), & t &= \sqrt{\frac{p^2q^2 - 4}{p^2 + q^2 - 5}}. \end{aligned} \quad (88)$$

Assim, rejeita-se H_0 se $F > F_\alpha$ e diz-se que r_1 é significativamente diferente de zero. Quando $pq = 2$, considera-se $t = 1$. Se $s = \min(p, q)$ é igual a 1 ou 2, então a F -aproximada tem exatamente distribuição F .

Calculado Λ_1 , devem ser calculados os próximos valores de Λ 's de Wilks. Para testar a significância de r_2, r_3, \dots, r_s (r_1 não é considerado para obter Λ_2), obtem-se

$$\Lambda_2 = \prod_{i=2}^s (1 - r_i^2). \quad (89)$$

Se este teste rejeita a hipótese, conclui-se que pelo menos r_2 é significativamente diferente de zero. Continuando o raciocínio, testando r_i de cada vez, até um teste não rejeitar a hipótese. Até o k -ésimo passo, o teste estatístico é

$$\Lambda_k = \prod_{i=k}^s (1 - r_i^2) \quad (90)$$

a qual é distribuída por $\Lambda_{p-k+1,q-k+1,n-k-q}$ e teste de significância de r_k, r_{k+1}, \dots, r_s e a estatística F -aproximada para Λ_k é dada por

$$F = \frac{1 - \Lambda_k^{1/t}}{\Lambda_k^{1/t}}, \frac{df_2}{df_1} \quad (91)$$

onde

$$\begin{aligned} df_1 &= (p-k+1)(q-k+1), & df_2 &= wt - \frac{1}{2}[(p-k+1)(q-k+1)] + 1 \\ w &= n - \frac{1}{2}(p+q+3), & t &= \sqrt{\frac{(p-k+1)^2(q-k+1)^2 - 4}{(p-k+1)^2 + (q-k+1)^2 - 5}}. \end{aligned} \quad (92)$$

3 MATERIAL E MÉTODOS

A seguir, será apresentada uma descrição dos dados utilizados nas análises deste trabalho assim como o tratamento dos mesmos para que as técnicas estatísticas multivariadas pudessem ser aplicadas.

3.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados foram fornecidos pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), dispostos em 40 meses compreendidos no período entre 01/01/2009 e 31/04/2012. Foram registrados cerca de 17.429 acidentes envolvendo, aproximadamente, 31.677 veículos e condutores nos, aproximadamente, 690 quilômetros da rodovia BR-376, a qual é uma rodovia diagonal e que corta o Paraná de noroeste à sudeste.

O banco de dados disponibilizado pela PRF é composto por 4 planilhas nas quais contêm informações sobre os acidentes na rodovia, os veículos, os condutores e as pessoas envolvidas em cada acidente. A planilha acidentes-rodovia possui 68 variáveis, a planilha veículos 122 variáveis e as planilhas condutores e pessoas possuem 55 variáveis, sendo tais variáveis qualitativas e quantitativas.

Para realizar as análises estatísticas multivariadas, utilizou-se os *softwares* computacionais R 2.15.1 e Matlab R2012a 7.14. Foi necessário analisar as variáveis de cada planilha uma a uma, pois haviam dados que não poderiam ser analisadas, como alguns códigos específicos da PRF e variáveis com muitas observações faltantes ou com nenhuma informação. Devido às informações faltantes, a planilha pessoas não pôde ser analisada, pois, ao excluir as observações faltantes, perdeu-se mais de 40% de toda a informação. Assim, foram selecionadas 25, 13 e 7 variáveis das respectivas planilhas acidentes na rodovia, veículos e condutores, e foram excluídos

10%, 8% e 8% das observações faltantes de tais planilhas. As variáveis selecionadas serão apresentadas nas Tabelas 3, 4 e 5.

O gráfico apresentado na Figura 16 é um histograma, o qual representa as frequências dos acidentes de trânsito ao longo dos quilômetros da BR-376 no período considerado. Ressaltando que pode ter havido quilômetros onde não ocorreu acidente ou, ainda, devida à exclusão de observações com falta de informações, alguns quilômetros deixaram de aparecer nas análises.

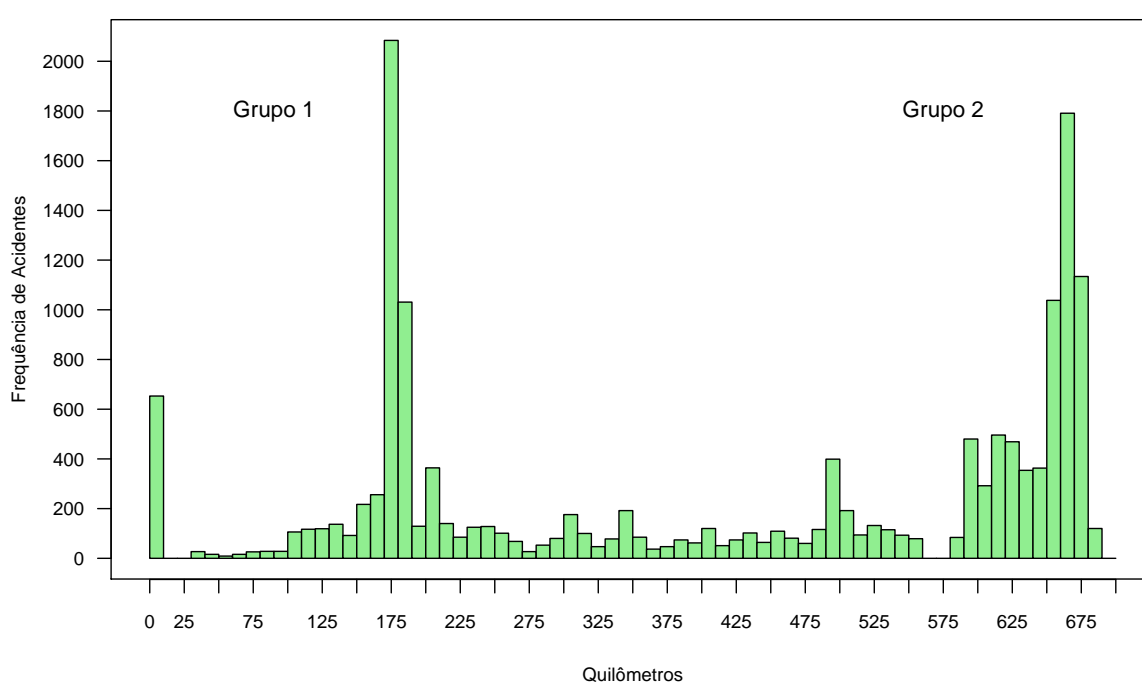


FIGURA 16 - HISTOGRAMA DOS ACIDENTES DA BR-376, EM INTERVALOS DE 10 EM 10 QUILOMETROS - JAN/2009 a ABR/2012

FONTE: A autora (2012)

Percebe-se que há duas regiões que apresentam maiores incidências de acidentes, à esquerda e à direita do gráfico. Para explorar as causas dos acidentes nessas regiões, visto que as causas de uma região para outra podem ser diferentes, ainda mais que a BR-376 cruza diagonalmente o estado do Paraná, os dados foram separados em dois grupos. O critério de separação foi o quilômetro com menor incidência em torno da média dos quilômetros da BR-376, ou seja, o quilômetro 363.

3.2 ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

A maioria das variáveis do banco de dados é composta por variáveis qualitativas e, para proceder com a análise multivariada dos dados de acidentes de trânsito na BR-376, estes foram organizados de maneira conveniente. Com relação as variáveis qualitativas, procurou-se organizar-lás de acordo com as frequências das categorias dessas variáveis a cada 1 quilômetro da rodovia, conforme mostra a esquematização da Figura 17. As categorias foram consideradas como variáveis e as frequências das categorias em cada um quilômetro foram consideradas como observações. Já as variáveis quantitativas foram organizadas em intervalos de frequência e cada intervalo foi considerado como uma variável.

$$X = \begin{cases} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{cases} \rightarrow \begin{matrix} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 \end{matrix}$$

<i>km</i>	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		<i>km</i>	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
100,1	0	0	0	1	0							
100,8	1	0	0	0	0							
100,4	0	0	1	0	0							
100,1	1	0	0	0	0	\rightarrow	[100,101)	4	0	3	1	0
100,7	1	0	0	0	0							
100,1	0	0	1	0	0							
100,5	0	0	1	0	0							
100,0	1	0	0	0	0							

FIGURA 17 - EXEMPLIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUALITATIVAS

FONTE: A autora (2012)

Assim, o Grupo 1 passou a ser composto pelos conjuntos de dados acidentes-rodovia $(326 \times 107)^1$, veículos (326×81) e condutores (326×27) , que contemplam o intervalo de quilômetros $[0,363]$, e o Grupo 2, acidentes-rodovia (267×107) , veículos (267×81) e condutores (267×27) , que contempla o intervalo de quilômetros $[364,685]$.

¹Ordem da matriz de dados: 326 observações (linhas) e 107 variáveis (colunas).

TABELA 3 - VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO ACIDENTES-RODOVIA

Variáveis	Grupo 1	Grupo 2
Sentido da Via Crescente	3405	4208
Sentido da Via Decrescente	3556	4493
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	114	46
Tipo de Acidente Atropelamento de Pessoa	219	151
Tipo de Acidente Capotamento	186	537
Tipo de Acidente Colisão com Bicicleta	93	31
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Fixo	236	1387
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Móvel	46	79
Tipo de Acidente Colisão Frontal	174	110
Tipo de Acidente Colisão Lateral	1297	1191
Tipo de Acidente Colisão Transversal	1001	303
Tipo de Acidente Colisão Traseira	2343	2343
Tipo de Acidente Danos Eventuais	33	67
Tipo de Acidente Derramamento de Carga	31	54
Tipo de Acidente Incêndio	18	41
Tipo de Acidente Queda de Motocicleta/Bicicleta/Veículo	387	225
Tipo de Acidente Saída de Pista	568	1750
Tipo de Acidente Tombamento	215	386
Causa do Acidente Animais na Pista	132	45
Causa do Acidente Defeito Mecânico em Veículo	250	420
Causa do Acidente Defeito na Via	13	49
Causa do Acidente Desobediência à Sinalização	428	139
Causa do Acidente Dormindo	58	196
Causa do Acidente Falta de Atenção	3012	2632
Causa do Acidente Ingestão de Álcool	397	227
Causa do Acidente Não Guardar distância de Segurança	705	791
Causa do Acidente Outras	1526	1197
Causa do Acidente Ultrapassagem Indevida	103	65
Causa do Acidente Velocidade Incompatível	337	2940
Condição da Pista com Buraco	14	79
Condição da Pista Seca	5659	4295
Condição da Pista em Obra	111	89
Condição da Pista Escorregadia	77	314
Condição da Pista Molhada	1142	4137
Condição da Pista com Material Granulado	19	17
Condição da Pista Outras	31	44
Restrição de Visibilidade Configuração do Terreno	97	185
Restrição de Visibilidade Inexistente	6450	7814
Restrição de Visibilidade Ofuscamento	69	34
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	124	450
Restrição de Visibilidade Outras	233	224
Sinalização Horizontal	6342	8166
Sinalização Inexistente	151	57

Continua

Variáveis	Continuação	
	Grupo 1	Grupo 2
Sinalização Manual	47	94
Sinalização Vertical	5806	7963
Fase do dia Amanhecer	240	399
Fase do dia Anoitecer	447	451
Fase do dia Plena noite	2225	2495
Fase do dia Pleno dia	4049	5356
Condição Meteorológica Céu Claro	3705	2160
Condição Meteorológica Chuva	911	3541
Condição Meteorológica Ignorada	144	157
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	101	306
Condição Meteorológica Nublado	1023	1824
Condição Meteorológica Sol	1053	697
Condição Meteorológica Vento/Granizo/Neve	24	16
Sinalização Luminosa Funciona	2328	252
Sinalização Luminosa Inexistente	4568	8346
Sinalização Luminosa Não funciona	65	103
Uso do Solo Rural	2383	6400
Uso do Solo Urbano	4578	2301
Tipo de Localidade Comercial	4077	1534
Tipo de Localidade Escolar	48	7
Tipo de Localidade Industrial	350	671
Tipo de Localidade Lazer	18	36
Tipo de Localidade Não edificada	2323	6263
Tipo de Localidade Residencial	145	190
Acostamento Não	2322	3262
Acostamento Sim	4639	5439
Desnível no Acostamento Não	5799	7116
Desnível no Acostamento Sim	1162	1585
Acostamento Pavimentado Não	2915	3866
Acostamento Pavimentado Sim	4046	4835
Canteiro Não	3038	3907
Canteiro Sim	3923	4794
Obstáculo ao Cruzamento Canal	68	342
Obstáculo ao Cruzamento Cerca Vegetal	58	148
Obstáculo ao Cruzamento Com Anti-ofuscante	2	40
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	2746	621
Obstáculo ao Cruzamento Muro	156	1755
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	551	692
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	3053	3950
Obstáculo ao Cruzamento Outros	89	495
Obstáculo ao Cruzamento Sarjeta	29	26
Obstáculo ao Cruzamento Sem Anti-ofuscante	89	66
Obstáculo ao Cruzamento Tela	120	566
Conservação da Faixa Bom	5738	6178
		Continua

Variáveis	Continuação	
	Grupo 1	Grupo 2
Conservação da Faixa Com Erosão	1127	2284
Conservação da Faixa Ruim	96	239
Pista Dupla	4106	6053
Pista Múltipla	272	978
Pista Simples	2583	1670
Perfil da Pista em Nível	5002	3857
Perfil da Pista Rampa<3	1367	3377
Perfil da Pista Rampa≥3	592	1467
Traçado da Pista Cruzamento	842	89
Traçado da Pista Curva	992	3703
Traçado da Pista Reta	5127	4909
Superelevação Não	6930	8671
Superelevação Sim	31	30
Superlargura da Pista Não	6893	8546
Superlargura da Pista Sim	68	155
Estreitamento da Pista Não Existe	6882	8486
Estreitamento da Pista Provisão	79	215
Conservação da Pista Bom	6313	7303
Conservação da Pista Com Erosão	597	1234
Conservação da Pista Ruim	51	164

FONTE: Polícia Rodoviária Federal (2012)

TABELA 4 - VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO VEÍCULOS

Variáveis	Grupo 1	Grupo 2
Ano do Veículo Menor que 1980	385	288
Ano do Veículo 1981-1985	312	194
Ano do Veículo 1986-1990	589	427
Ano do Veículo 1991-1995	1130	1085
Ano do Veículo 1996-2000	2041	2095
Ano do Veículo 2001-2005	3198	3677
Ano do Veículo 2006-2012	6121	7492
Ocupante 1	9089	8990
Ocupante 2	2792	3136
Ocupante 3	884	1317
Ocupante 4	534	975
Ocupante 5	275	607
Ocupante Mais que 5	202	233
Espécie do Veículo Carga	2358	2859
Espécie do Veículo Especial	258	232
Espécie do Veículo Misto	951	952
Espécie do Veículo Passageiro	8887	8524
Espécie do Veículo Tração	1322	2691
Categoria do Veículo Aluguel	2538	4614
		Continua

Variáveis	Continuação	
	Grupo 1	Grupo 2
Categoria do Veículo Oficial	191	139
Categoria do Veículo Particular	11039	10503
Categoria do Veículo Aprendizagem	8	2
Tipo do Veículo Automóvel	7040	8109
Tipo do Veículo Caminhão	1224	1915
Tipo do Veículo Caminhão Trator	1354	2748
Tipo do Veículo Caminhonete	1053	936
Tipo do Veículo Camioneta	476	509
Tipo do Veículo Motocicletas	1895	594
Tipo do Veículo Motoneta	330	35
Tipo do Veículo Ônibus	276	209
Tipo do Veículo Utilitário	57	117
Tipo do Veículo Outros	71	86
Cor do Veículo Amarela	263	219
Cor do Veículo Azul	1044	958
Cor do Veículo Bege	237	209
Cor do Veículo Branca	3283	4581
Cor do Veículo Cinza	1261	1287
Cor do Veículo Prata	3167	3223
Cor do Veículo Preta	2047	2343
Cor do Veículo Verde	525	505
Cor do Veículo Vermelha	1783	1741
Cor do Veículo Outras Cores	166	192
Objeto Fixo Árvore	106	158
Objeto Fixo Barranco	296	995
Objeto Fixo Defesa	44	230
Objeto Fixo Meio Fio	270	231
Objeto Fixo Mureta	121	1702
Objeto Fixo Não Houve	12025	10552
Objeto Fixo Outro Objeto Fixo	197	437
Objeto Fixo Outro Veículo	523	631
Objeto Fixo Outros	194	322
Objeto Móvel Animal Solto	129	48
Objeto Móvel Ciclista	85	25
Objeto Móvel Não Houve	3819	6339
Objeto Móvel Outro Objeto Móvel	225	230
Objeto Móvel Outro Veículo	9292	8463
Objeto Móvel Pedestre	218	149
Objeto Móvel Animal Montado	8	4
Derrapagem Não	13342	13758
Derrapagem Sim	433	1499
Saida da Pista Não	12706	12200
Saida da Pista Sim	1066	3053
Tombamento Não	13058	14295

Continua

Variáveis	Conclusão	
	Grupo 1	Grupo 2
Tombamento Sim	717	963
Capotagem Não	13472	14377
Capotagem Sim	302	878
Situação do Veículo Contramão	69	54
Situação do Veículo Cruzando a Pista	771	134
Situação do Veículo Entrava na Via	418	313
Situação do Veículo Estacionado	91	65
Situação do Veículo Marcha à Ré	73	68
Situação do Veículo Mudava de Faixa	554	679
Situação do Veículo Outros	280	168
Situação do Veículo Parado na Via	1214	580
Situação do Veículo Parado no Acostamento	71	102
Situação do Veículo Retornava	163	112
Situação do Veículo Saía da Via	131	202
Situação do Veículo Seguia Fluxo	8977	12187
Situação do Veículo Transitava em Sentido Oposto	97	104
Situação do Veículo Ultrapassava	277	354
Situação do Veículo Virava à direita	236	61

FONTE: Polícia Rodoviária Federal (2012)

TABELA 5 - VARIÁVEIS E TOTAIS DE OCORRÊNCIAS - CONJUNTO CONDUTORES

Variáveis	Grupo 1	Grupo 2
Brasileiro	13724	15456
Estrangeiro	4	8
Sexo Feminino	1763	1442
Sexo Masculino	11970	14027
Estado Físico Ignorado	33	17
Estado Físico Ileso	10982	13457
Estado Físico Lesões Graves	520	391
Estado Físico Lesões Leves	2106	1491
Estado Físico Morto	92	113
Dormindo Não	13709	15405
Dormindo Sim	24	64
CNH A	126	64
CNH B	2934	4539
CNH C	698	841
CNH D	587	877
CNH E	1001	1921
CNH AB	4580	2938
CNH AC	1103	1047
CNH AD	998	992
CNH AE	1706	2250
Idade Não Informada	451	499

Continua

Variáveis	Conclusão	
	Grupo 1	Grupo 2
Idade 18 a 28 anos	3971	3662
Idade 29 a 38 anos	3578	4628
Idade 39 a 48 anos	2933	3383
Idade 49 a 58 anos	1801	2166
Idade 59 a 68 anos	735	901
Idade Acima 68 anos	264	230

FONTE: Polícia Rodoviária Federal (2012)

Para verificar qual a melhor estimação do modelo fatorial ortogonal, algumas técnicas de avaliação da normalidade multivariada foram utilizadas. Contudo, não conseguia-se calcular matrizes inversas, em especial a inversa da matriz de covariância, pois o seu determinante era nulo, mesmo utilizando matriz pseudo-inversa.

Percebeu-se que haviam variáveis que eram numericamente próximas da colinearidade, pois ao calcular o posto da matriz de correlação o mesmo não era completo (o posto deve coincidir com número de variáveis), por exemplo, se a matriz de covariância do Grupo 1 possuía dimensão 107×107 o seu posto era 87. Além disso, se, por exemplo, o método de estimação para o modelo fatorial fosse estimado por meio do método de componentes principais, eram encontrados autovalores numa vizinhança de zero (1×10^{-8}), onde não conseguia-se ter certeza se os valores próximos de zero caracterizavam uma matriz de covariância positiva semi-definida ou negativa definida.

Diante desse problema, pesquisou-se algumas técnicas de descarte de variáveis e de transformação de variáveis para que o desenvolvimento do trabalho prosseguisse.

Dentre as técnicas de descarte de variáveis, Jolliffe (1972) apresentou 8 métodos de descarte de variáveis, descritas na revisão bibliográfica, dos quais alguns foram aplicados e considerou-se apenas o método *B1* satisfatório, pois conseguiu descartar variáveis suficientes para não perder muita informação dos dados. O valor de λ_{B1} foi 0,0000001, pois o interesse era obter autovalores não muito pequenos de modo que fosse possível obter posto da matriz de correlação completo.

A princípio, não foram aplicados os métodos *A1* e *B3*, pois, o primeiro exigia

que as variáveis fossem contínuas e os dados em questão são discretos, e o segundo método o próprio artigo de Jolliffe (1972) prova que não é eficiente. O método A2 acabou descartando quase metade das variáveis caracterizando uma perda muito grande de informação, visto que o interesse era descartar variáveis até chegar no posto completo inicial, como exemplificado anteriormente, era necessário descartar 20 variáveis a fim de chegar no posto 87. Os métodos B2, B4, C1 e C2 selecionavam, utilizando o exemplo já citado, 87 variáveis as quais ainda apresentavam posto incompleto. Dentre estes 4 métodos, o método C2 foi o que selecionou variáveis com posto mais próximo de 87, por exemplo. Os programas encontram-se no apêndice deste trabalho (os métodos C1 e C2 foram implementados no *software* Matlab).

Dentre as técnicas de transformação de variáveis, aplicou-se uma transformação raiz quadrada, conforme Landeiro (2012), mais especificamente, transformação de Hellinger. Essa transformação é indicada para dados com valores abundantes, ou seja, valores muito grandes entre valores pequenos. Ao aplicar essa transformação aos dados não se verificou mais o problema de variáveis que eram numericamente próximas da colinearidade, e o posto das matrizes de correlação coincidiu com o número de variáveis dos vetores de dados, ou seja, se a matriz de covariância possui dimensão 107×107 o seu posto também foi 107, ou seja, a matriz de covariância tinha posto completo.

Legendre e Legendre (1998) ressalta que autovalores negativos podem resultar de medidas de distâncias entre variáveis que violam a desigualdade triangular, ou ainda, de um desequilíbrio da matriz de distâncias quando se manipula valores faltantes. E apontou que uma maneira de contornar esse problema seria utilizar transformação raiz quadrada. Isso vem de encontro à incerteza levantada anteriormente em considerar pequenos autovalores negativos ou nulos como erro numérico obtenção de autovalores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados nas próximas seções os resultados obtidos e as discussões sobre tais resultados.

A princípio, foi realizada uma análise fatorial exploratória nos dados da planilha acidentes para identificar as relações que existem entre as variáveis desse conjunto de dados com possíveis variáveis latentes e descartar aquelas variáveis que contribuem muito pouco com a explicação do modelo fatorial. Com as variáveis resultantes da análise fatorial exploratória, foi realizada uma análise de correlação canônica entre os conjuntos de dados, também em busca de variáveis latentes entre os conjuntos de variáveis que explicassem a relação entre os conjuntos de dados.

4.1 ESTIMAÇÃO DO MODELO FATORIAL ORTOGONAL

Após o tratamento dos dados, foi possível avaliar a normalidade multivariada dos dados dos acidentes na rodovia por meio de gráficos *QQ-plot* e de um teste de hipótese baseado em assimetria e curtose. Ressalta-se que serão apresentados os resultados apenas para os dados transformados, pois foi para esses dados que o modelo fatorial estimado apresentou menor raiz quadrada do erro quadrático (REQM) e melhor medida de adequacidade. Os gráficos *QQ-plot* e o teste de hipótese baseado em assimetria e curtose para os dados nos quais aplicou-se o método *B1* foram semelhantes aos que serão mostrados a seguir.

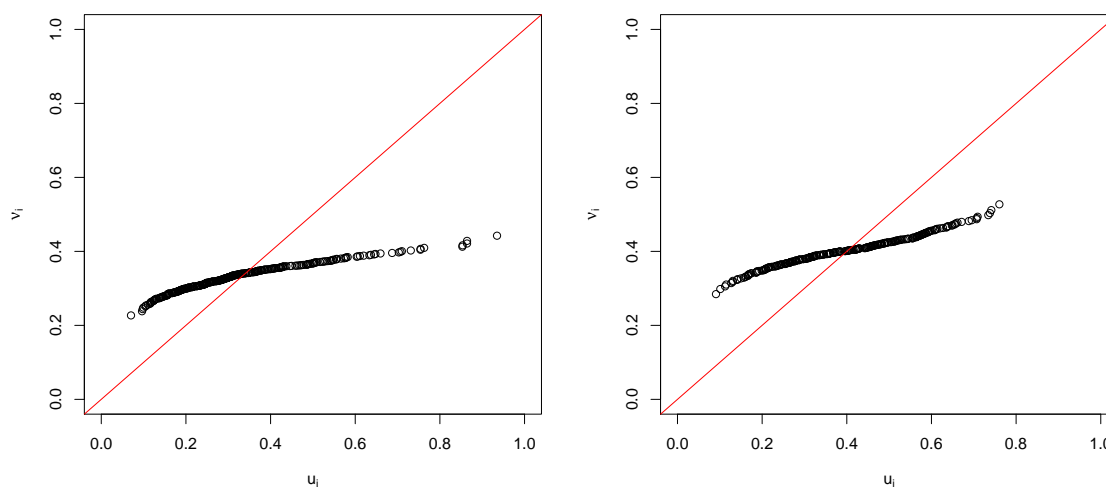


FIGURA 18 - GRÁFICOS *QQ-PLOT* - AVALIAÇÃO DA NORMALIDADE MULTIVARIADA DOS CONJUNTO DE DADOS ACIDENTES RODOVIA: GRUPO 1 E GRUPO 2.

FONTE: A autora (2012)

Percebe-se que ambos os gráficos da Figura 18 não indicam normalidade multivariada, pois os pontos deveriam estar dispersos próximos à reta vermelha. Numericamente, aplicou-se um teste o qual se baseia na curtose e na assimetria para checar a normalidade multivariada dos dados, cujos resultados encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 - TESTE DE HIPÓTESE PARA AVALIAÇÃO DA NORMALIDADE MULTIVARIADA DOS DADOS

Estatística	Grupo 1	Grupo 2
z_1	$378121,6 > \chi^2_{209934(0,05)} = 208869,3$	$298770,8 > \chi^2_{209934(0,05)} = 208869,3$
z_2	$138,7 > z_{(0,975)} = 1,96$	$75,3 > z_{(0,975)} = 1,96$
z_3	$-89,6 < z_{(0,025)} = -1,96$	$-176,7 < z_{(0,025)} = -1,96$

FONTE: A autora (2012)

Observa-se que todas as estatísticas calculadas rejeitaram a hipótese H_0 : normalidade multivariada, vindo a confirmar o que os gráficos anteriores já informavam sobre a ausência de normalidade multivariada dos dados.

Diante do exposto, a estimação do modelo fatorial ortogonal foi realizada pelo método de componentes principais, o qual pode ser aplicado mesmo que os dados

não tenham normalidade multivariada.

De acordo com Jolliffe (2002), a matriz de covariância apresenta efeito de escala e analisar os valores das covariâncias torna-se dificultoso devido ao fato de classificar se os valores são grandes ou se são pequenos. Assim, utilizou-se a matriz de correlação para estimar o modelo fatorial (que seria equivalente a utilizar a matriz de covariância com os dados padronizados), pois os valores da matriz de correlação variam entre -1 e 1.

Para concluir qual dos dois métodos foi o mais adequado, foram realizadas 2 análises fatoriais utilizando a estimação dos fatores por componente principais. A seguir, na Tabela 7, serão apresentados os resultados que permitiram decidir qual método viabilizou a melhor estimação do modelo fatorial, se foi com os dados transformados ou se foi com os dados com variáveis descartadas.

TABELA 7 - RESULTADOS RELATIVOS ÀS ANÁLISES FATORIAIS DE ACIDENTES NA RODOVIA, ENVOLVENDO VARIÁVEIS TRANSFORMADAS E DESCARTADAS

Informações	Grupo 1		Grupo 2	
	Transf. Variáveis	Método B1	Transf. Variáveis	Método B1
Nº de variáveis antes da AFE	107	87	107	87
<i>p</i> -valor do Teste de Bartlett	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
MSA	0,9475	0,8840	0,9475	0,8412
Nº de fatores	7	10	7	8
Porcentual de explicação	89,5794	89,2423	88,3432	88,3118
Nº de variáveis após a AFE	62	62	69	58
EM	-0,0219	0,1295	-0,0433	0,0384
REQM	0,1291	3,2262	0,1767	0,6997

FONTE: A autora (2012)

No teste de Bartlett, o *p*-valor foi aproximadamente nulo para ambos os métodos aplicados nos dois grupos de variáveis, e isto implica que as matrizes de correlação dos grupos são significativamente diferente da matriz identidade.

A medida de adequabilidade da amostra (MSA) está relacionada à correlação parcial entre as variáveis. O resultado do MSA para os conjuntos com variáveis transformadas foi melhor do que para as variáveis descartadas, e, segundo Fávero *et al.*

(2009), acima de 0,90 a adequacidade é muito boa para a aplicação da análise fatorial, enquanto que 0,80 a 0,90 essa adequacidade é boa.

Ressalta-se que o método de transformação das variáveis proporciona a análise fatorial com todas as variáveis, o que não foi possível com o método *B1*, pois foi preciso perder informação ao descartar variáveis para que o modelo fatorial pudesse ser aplicado. Além disso, foi possível encontrar 7 fatores que explicassem, aproximadamente, 89,58% das variáveis do Grupo 1 e 7 fatores que explicassem, aproximadamente, 88,34% do Grupo 2, enquanto que precisou-se de mais fatores para o modelo fatorial obtido pelos dados aos quais empregou-se descarte de variáveis.

Ainda, ao analisar a matriz de resíduos, espera-se que seus elementos sejam próximos de zero. Assim, o erro médio (EM) e a raiz do erro quadrático médio (REQM) para análise fatorial com as variáveis transformadas foi menor em ambos os grupos, exceto para o erro médio do Grupo 2, que foi ligeiramente melhor para a análise fatorial com variáveis descartadas, o que não vem comprometer a decisão de trabalhar com variáveis transformadas visto que a média não é uma medida resistente (MORETTIN; BUSSAB, 2010).

A seguir, serão discutidas as análises fatoriais exploratórias dos Grupos 1 e 2, cujas variáveis foram transformadas pela transformação de Hellinger. Para ambos os grupos foram excluídas do modelo fatorial, iterativamente, aquelas variáveis que apresentavam comunalidades menores do que 0,70 de forma que o modelo final apresentasse apenas comunalidades acima de 0,70 (implicando em variâncias específicas abaixo de 0,30).

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

A discussão dos resultados está dividida pelos Grupos 1 e 2. A princípio serão apresentados e interpretados os resultados da análise fatorial exploratória aplicada aos conjuntos de dados acidentes-rodovia e, em seguida, virão as análises de correlação canônicas nos conjuntos de dados acidentes-rodovia com veículos e acidentes-

rodovia com condutores.

4.2.1 Análise Fatorial Exploratória do Grupo 1

Foi disponibilizado na Tabela 8 as comunalidades, os carregamentos após a rotação varimax e as variáveis associadas aos seus respectivos fatores, associação esta feita por meio do valor absoluto dos carregamentos em cada fator. Os fatores 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 explicam, respectivamente, 69,79%, 6,48%, 4,00%, 2,88%, 2,66%, 2,08% e 1,69%, totalizando 89,58% de explicação dos dados.

A dispersão dos carregamentos dos principais fatores (os fatores 1 e 2 possuem maior percentual de explicação) foram representados na Figura 19. Neste gráfico, pode-se visualizar os agrupamentos das variáveis que formam cada fator. A representação ideal seria na sétima dimensão, contudo, mesmo na segunda dimensão, é possível ter noção destes agrupamentos.

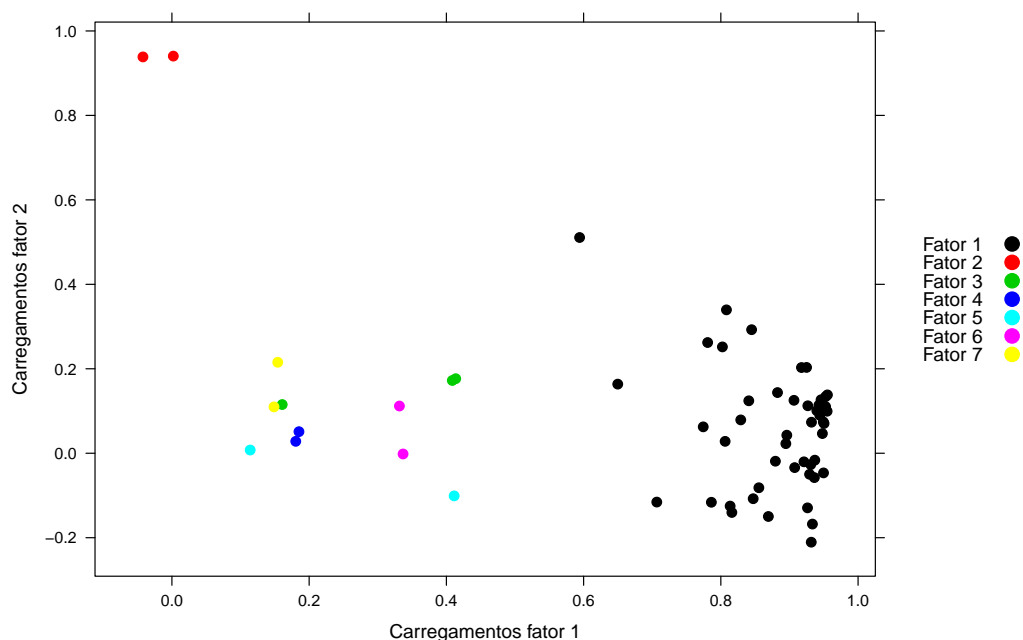


FIGURA 19 - GRÁFICO DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES - GRUPO 1
FONTE: A autora (2012)

TABELA 8 - ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA DO GRUPO 1

Variáveis	Comunal.	Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Sentido da Via Crescente	0,93	0,91	0,13	0,21	0,07	0,13	0,13	0,11	1
Sentido da Via Decrescente	0,94	0,93	0,11	0,21	0,07	0,03	0,11	0,08	1
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,89	0,93	-0,05	0,11	0,04	0,02	0,07	0,04	1
Tipo de Acidente Colisão Transversal	0,83	0,79	-0,12	0,40	0,04	0,10	0,15	0,03	1
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,90	0,91	-0,03	0,16	0,07	0,11	0,18	0,03	1
Causa do Acidente Desobediência à Sinalização	0,82	0,81	-0,13	0,24	-0,02	0,17	0,22	0,04	1
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,95	0,94	-0,02	0,22	0,06	0,07	0,10	0,03	1
Causa do Acidente Ingestão de Alcool	0,72	0,81	0,03	0,10	0,09	0,10	0,19	-0,00	1
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,83	0,86	-0,08	0,21	0,02	0,10	0,18	0,07	1
Causa do Acidente Outras	0,83	0,81	0,34	0,16	0,06	-0,02	0,10	0,15	1
Condição da Pista Seca	0,98	0,95	0,07	0,20	0,07	0,07	0,14	0,06	1
Condição da Pista Molhada	0,81	0,80	0,25	0,17	0,06	0,13	-0,03	0,22	1
Restrição de Visibilidade Inexistente	0,99	0,95	0,10	0,21	0,06	0,09	0,12	0,07	1
Sinalização Horizontal	0,99	0,95	0,13	0,22	0,06	0,08	0,11	0,11	1
Sinalização Vertical	0,99	0,94	0,11	0,22	0,06	0,09	0,13	0,11	1
Fase do dia Anoitecer	0,76	0,83	0,08	0,21	0,09	0,03	0,10	0,05	1
Fase do dia Plena Noite	0,91	0,88	0,14	0,20	0,14	0,10	0,17	0,10	1
Fase do dia Pleno Dia	0,96	0,94	0,10	0,21	0,02	0,07	0,09	0,11	1
Condição Meteorológica Céu Claro	0,95	0,93	0,07	0,20	0,08	0,03	0,17	0,05	1
Condição Meteorológica Chuva	0,76	0,78	0,26	0,19	0,06	0,13	-0,04	0,14	1
Condição Meteorológica Nublado	0,84	0,84	0,12	0,22	0,05	0,23	0,07	0,08	1
Condição Meteorológica Sol	0,86	0,90	0,04	0,18	0,07	0,04	0,14	-0,00	1
Sinalização Luminosa Funciona	0,92	0,93	-0,13	0,05	0,04	0,14	0,15	-0,00	1
Sinalização Luminosa Inexistente	0,94	0,84	0,29	0,32	0,09	0,05	0,08	0,15	1
Uso do Solo Urbano	0,97	0,93	-0,17	0,20	0,07	0,10	0,13	0,03	1
Tipo de Localidade Comercial	0,98	0,93	-0,21	0,18	0,07	0,10	0,11	0,04	1
Acostamento Não	0,91	0,88	-0,02	0,28	0,03	0,20	0,08	0,09	1

Variáveis	Comunal.	Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Acostamento Sim	0,95	0,92	0,20	0,15	0,09	-0,03	0,14	0,10	1
Desnível no Acostamento Não	0,98	0,95	0,07	0,21	0,05	0,10	0,11	0,10	1
Acostamento Pavimentado Não	0,92	0,89	0,02	0,27	0,04	0,18	0,10	0,09	1
Acostamento Pavimentado Sim	0,94	0,92	0,20	0,14	0,09	-0,03	0,13	0,09	1
Canteiro Sim	0,98	0,95	0,05	-0,20	0,06	0,11	0,15	0,06	1
Obstáculo ao Cruzamento Cerca Vegetal	0,76	0,82	-0,14	-0,19	0,04	-0,16	0,06	0,06	1
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,96	0,95	-0,05	-0,15	0,08	0,09	0,13	0,02	1
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,92	0,92	-0,02	-0,16	0,06	0,10	0,17	0,03	1
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,70	0,65	0,16	-0,24	0,09	0,33	0,29	0,04	1
Conservação da Faixa Bom	0,99	0,95	0,13	0,19	0,07	0,03	0,10	0,09	1
Conservação da Faixa com Erosão	0,82	0,77	0,06	0,30	0,05	0,27	0,19	0,13	1
Pista Dupla	0,97	0,94	0,09	-0,16	0,04	0,13	0,15	0,08	1
Pista Múltipla	0,81	0,87	-0,15	-0,13	0,07	0,09	0,04	0,05	1
Perfil da Pista em Nível	0,96	0,94	-0,06	0,19	0,10	0,10	0,15	0,04	1
Perfil da Pista Rampa < 3	0,71	0,59	0,51	0,23	-0,02	0,05	-0,02	0,21	1
Traçado da Pista Cruzamento	0,84	0,85	-0,11	0,23	-0,05	0,07	0,22	-0,01	1
Traçado da Pista Reta	0,95	0,93	-0,03	0,17	0,15	0,10	0,14	0,00	1
Superelevação na Pista Não	1,00	0,95	0,11	0,21	0,07	0,09	0,12	0,10	1
Superlarga da Pista Não	1,00	0,95	0,11	0,21	0,07	0,09	0,12	0,10	1
Estreitamento da Pista Não Existe	1,00	0,95	0,11	0,21	0,07	0,09	0,10	0,10	1
Conservação da Pista Bom	0,99	0,96	0,14	0,19	0,07	0,03	0,09	0,10	1
Conservação da Pista com Erosão	0,81	0,71	-0,12	0,30	0,07	0,33	0,29	0,06	1
Uso do Solo Rural	0,92	-0,04	0,94	0,08	0,08	-0,08	0,04	0,13	2
Tipo de Localidade Não Edificada	0,93	0,00	0,94	0,17	0,01	0,04	0,04	0,14	2
Canteiro Não	0,97	0,41	0,17	0,86	0,00	0,11	0,07	0,14	3
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,97	0,41	0,18	0,86	0,00	0,11	0,08	0,14	3
Pista Simples	0,95	0,16	0,12	0,95	0,00	0,01	0,02	0,08	3

Continua

Variáveis	Conclusão								
	Comunal.	Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,91	0,18	0,03	-0,01	0,94	0,04	0,03	-0,01	4
Causa do Acidente Animais na Pista	0,91	0,19	0,05	0,01	0,93	0,02	0,02	-0,06	4
Obstáculo ao Cruzamento com Anti-Ofuscante	0,84	0,11	0,01	0,05	0,04	0,90	-0,02	0,08	5
Conservação da Pista Ruim	0,73	0,41	-0,10	0,25	0,01	0,60	0,36	0,05	5
Condição da Pista em Obra	0,79	0,34	-0,00	0,12	0,06	0,01	0,80	0,12	6
Estreitamento da Pista Provisão	0,81	0,33	0,11	0,00	-0,00	0,09	0,83	-0,05	6
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	0,84	0,15	0,22	0,10	0,02	0,00	0,05	0,87	7
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,83	0,15	0,11	0,15	-0,10	0,11	0,02	0,87	7

FONTE: A autora (2012)

Na Figura 20 tem-se o gráfico da dispersão dos escores fatoriais em termos dos fatores 1 e 2, escores estes que foram calculados por meio do método de mínimos quadrados ponderados. Como os dados foram organizados em intervalos de 1 a 1 quilômetro, os escores indicam quais são os quilômetros que se destacam mais de acordo com cada fator. Observa-se que os escores fatoriais associados aos quilômetros 174, 175, 176, 177 e 183 estão bastante relacionados ao fator 1 e pouco relacionados com o fator 2, enquanto que os escores fatoriais associados aos quilômetros 303, 307, 343 e 345 estão bastante relacionados ao fator 2 e pouco relacionados com o fator 1. Já os escores fatoriais associados aos quilômetros 5, 61, 63 e 257 estão pouco associados aos fatores 1 e 2.

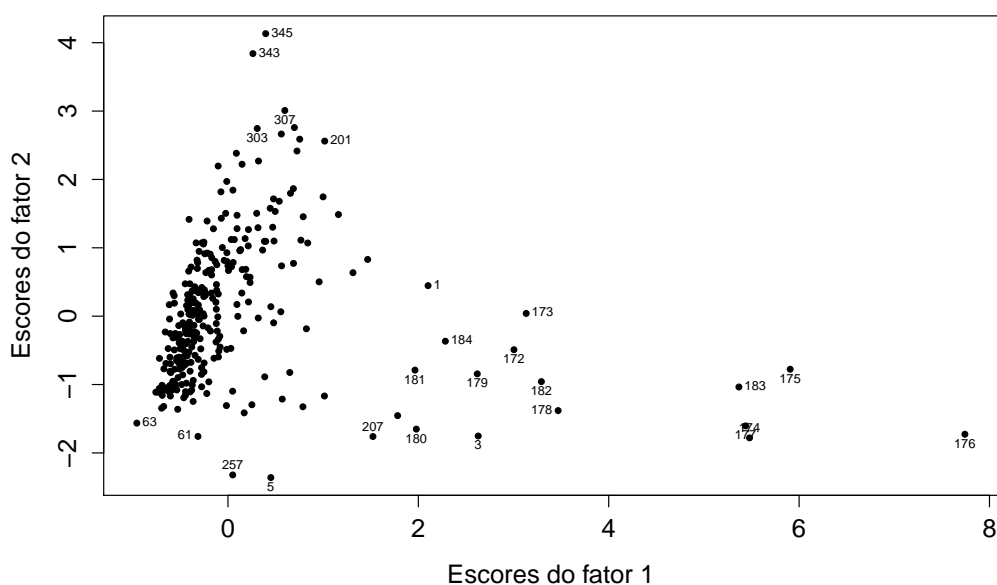


FIGURA 20 - GRÁFICO DOS ESCORES FATORIAIS DO GRUPO 1 - FATORES 1 E 2
FONTE: A autora (2012)

Neste mesmo sentido, os quilômetros da Tabela 9 foram classificados de acordo com os maiores escores fatoriais de cada fator.

TABELA 9 - CLASSIFICAÇÃO DOS QUILÔMETROS DE ACORDO COM CADA FATOR DO GRUPO 1

Fator	1ª posição	2ª posição	3ª posição
1	176	175	174
2	345	343	307
3	207	3	206
4	179	131	185
5	1	2	4
6	182	170	162
7	343	305	262

FONTE: A autora (2012)

A seguir, será apresentada a interpretação dos fatores, a qual foi realizada levando em consideração os maiores carregamentos das variáveis em cada fator.

– Fator 1: Perímetro Urbano (69,79% de explicação)

Este fator é composto por 49 variáveis (ver variáveis com carregamentos em negrito na Tabela 8). Em resumo, seja qual for o sentido da via, a conservação da faixa e da pista é ora boa e ora com erosão, sem estreitamento, superlargura e superelevação da pista, com perfil em nível. Há trechos da pista (dupla e múltipla) que ora há e ora não há acostamento, a pista está em solo urbano, próximo a localidade comercial, onde o traçado da mesma é reto e com cruzamentos. Nos cruzamentos, há canteiros com cerca vegetal, meio fio e tela. Há trechos onde existe sinalização luminosa (semáforos) e outros não, e sempre há sinalização horizontal e vertical. Seja qual for a fase do dia e a condição meteorológica, os tipos de acidentes são: colisão lateral, colisão transversal e colisão traseira devido à desobediência à sinalização, falta de atenção, ingestão de álcool, não guardar distância de segurança, dentre outras. Neste fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 176, que refere-se às proximidades do cruzamento da Av. Colombo (BR376) com a Av. Paraná, na cidade de Maringá.

– Fator 2: Velocidade Inadequada (6,48% de explicação)

O fator Velocidade Inadequada é caracterizado pelas variáveis Uso do Solo Rural e Tipo de Localidade Não Edificada. Há acidentes com características

em comum de ocorrência no solo rural e em localidades não-edificadas, os quais diferem-se daqueles que ocorrem quando a rodovia passa por meio urbano. Estas variáveis sugerem o fator Velocidade Inadequada, pois em solo urbano a velocidade dos veículos se reduz, devido ao maior fluxo de veículos e de pessoas, enquanto que em solo rural o condutor desempenha maior velocidade. Aos acidentes característicos desse fator, o maior escore fatorial está ao quilômetro 345, o qual localiza-se próximo à entrada da PR-340 (para Ortigueira).

– Fator 3: Ultrapassagem Mal-Sucedida (4,00% de explicação)

Sendo representado pelas variáveis Obstáculo ao Cruzamento Não Informado, Canteiro Não e Pista Simples, o fator recebe o nome Ultrapassagem Mal-Sucedida. Dentre a variedade de veículos que transitam nas rodovias, ainda mais quando a pista é simples (não possui canteiro), há momentos que os condutores dos veículos venham a realizar ultrapassagens. Ou seja, há veículos dividindo temporariamente os sentidos das via sendo que um deles está em sentido contrário. A ultrapassagem acaba se tornando mais demorada quando há veículos longos na pista. Assim, ultrapassagens mal-sucedidas podem contribuir com esse fator, vindo a explicar os acidentes de trânsito quando a pista é simples. Neste fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 207, o qual localiza-se próximo ao fim do Contorno Sul de Mandaguari.

– Fator 4: Animais Soltos (2,88% de explicação)

O quarto fator foi nomeado Animais Soltos devido à relação das variáveis Tipo de Acidente Atropelamento de Animal e Causa do Acidente Animais na Pista. O Paraná é um estado, em sua maioria, agrícola. Devido a falta de cercamento das propriedades que ficam próximas à rodovia, os animais soltos acabam cruzando a pista. E veículos que trafegam na rodovia vêm, inevitavelmente, a colidir com tais animais ou fazem manobras bruscas para não colidir com os animais, que caracterizam as variáveis que contribuem

para esse fator. O maior escore fatorial está associado ao quilômetro 179, o qual localiza-se próximo entre a entrada da PR-317(B) (Avenida Morangueira) e a entrada da PR-323 (Contorno Sul Maringá).

– Fator 5: Má Condição da Pista (2,66% de explicação)

Caracterizado pelas variáveis Obstáculo ao Cruzamento com Anti-Ofuscante e Conservação da Pista Ruim, o quinto fator foi nomeado como Má Condição da Pista. O anti-ofuscante é, geralmente, uma tela que evita que a luz dos faróis de veículos que se cruzam em pistas opostas ofusque a visão dos motoristas. Algumas características da pista quando está em má condições são a presença de rachaduras, elevações do asfalto, buracos, faixa apagada e sem “olho-de-gato” (catadióptrico), bolsões, pistas que acumulam água na pista, entre outras. Em caso de buracos na pista, o condutor pode tomar uma atitude brusca para desviar e se perder na pista, dependendo da velocidade que se encontra, ou até mesmo passar por um buraco e estourar o pneu do veículo; o condutor pode se perder no caso de sinalização horizontal apagada/inexistente, até mesmo quando a pista permite o acúmulo de água na pista, propiciando a aquaplanagem dos veículos. Neste fator, o maior escore fatorial esteve associado ao quilômetro 1, porém é difícil de identificar a localização pois há vários trechos (curtos) da rodovia que começam no quilômetro 0.

– Fator 6: Manutenção da pista (2,08% de explicação)

Esse fator foi caracterizado pelas variáveis Condição da Pista em Obra e Estreitamento da Pista Provisão. Devido às obras na pista, o trânsito torna-se lento e demorado, podendo gerar congestionamentos, devido a obra que acaba estreitando e impossibilitando parte do uso da pista. Acidentes ocorrem devido a intransigência dos condutores ou até mesmo devido à má ou falta de sinalização do local da obra. O maior escore fatorial está associado ao quilômetro 182, localizado entre a entrada da PR-323 (Contorno Sul Maringá) e a cidade de Sarandi.

– Fator 7: Neblina (1,69% de explicação)

Este fator é representado pelas variáveis Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina e Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina. A neblina é um estado físico de condensação da água evaporada e, na atmosfera, vem a dificultar a visibilidade do condutor. Assim, convém ao condutor, em tal situação, respeitar alguns procedimentos, como transitar em luz baixa e reduzir a velocidade. À este fator, o quilômetro 343 está associado ao maior escore fatorial, localizando-se entre o Bairro dos França e a entrada da PR-340 (para Ortigueira).

A seguir, serão apresentados os resultados da análise fatorial exploratória do Grupo 2.

4.2.2 Análise Fatorial Exploratória do Grupo 2

Na Tabela 10 foi disponibilizado as comunalidades, os carregamentos após a rotação varimax e as variáveis associadas aos seus respectivos fatores, associação esta feita por meio do valor absoluto dos carregamentos em cada fator. Os fatores 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 explicam, respectivamente, 65,00%, 12,22%, 3,48%, 2,21%, 2,08%, 1,89% e 1,46%, totalizando 88,34% de explicação dos dados.

TABELA 10 - ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA DO GRUPO 2

Variáveis	Comunal.	Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Sentido da Via Crescente	0,91	0,81	0,26	0,40	0,05	0,11	0,09	0,12	1
Sentido da Via Decrescente	0,93	0,83	0,24	0,37	0,02	0,03	0,21	0,05	1
Tipo de Acidente Capotamento	0,73	0,78	0,13	0,06	0,10	0,05	0,30	0,08	1
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Fixo	0,88	0,93	-0,02	0,10	0,01	0,05	0,04	0,07	1
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,82	0,63	0,31	0,55	-0,02	0,03	0,09	0,14	1
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,89	0,63	0,36	0,54	0,17	0,12	0,09	0,15	1
Tipo de Acidente Saída de Pista	0,86	0,84	0,19	0,07	0,06	0,03	0,32	-0,05	1
Causa do Acidente Defeito Mecânico em Veículo	0,72	0,77	0,22	0,23	0,11	0,08	0,04	0,12	1
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,91	0,65	0,30	0,59	0,02	0,08	0,17	0,10	1
Causa do Acidente Outras	0,75	0,54	0,35	0,49	0,06	0,06	0,25	0,15	1
Causa do Acidente Velocidade Incompatível	0,96	0,96	0,08	0,07	0,03	0,02	0,17	0,02	1
Condição da Pista Escorregadia	0,79	0,87	0,03	0,09	0,01	-0,01	0,10	-0,05	1
Condição da Pista Molhada	0,97	0,96	0,09	0,12	-0,00	0,04	0,16	0,00	1
Restrição de Visibilidade Inexistente	0,99	0,84	0,27	0,40	0,03	0,08	0,19	0,10	1
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	0,80	0,88	0,04	0,02	0,06	-0,01	-0,09	-0,03	1
Sinalização Horizontal	1,00	0,86	0,24	0,39	0,03	0,07	0,17	0,10	1
Sinalização Vertical	0,99	0,87	0,23	0,38	0,04	0,07	0,17	0,09	1
Fase do dia Amanhecer	0,71	0,74	0,22	0,28	0,13	0,03	0,13	0,05	1
Fase do dia Anoitecer	0,72	0,66	0,26	0,44	0,04	0,05	0,11	0,09	1
Fase do dia Plena Noite	0,90	0,77	0,21	0,44	0,09	0,12	0,18	0,09	1
Fase do dia Pleno Dia	0,97	0,86	0,26	0,35	0,00	0,05	0,17	0,09	1
Condição Meteorológica Chuva	0,96	0,95	0,07	0,12	-0,01	0,02	0,17	0,01	1
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,76	0,83	0,06	0,18	0,11	-0,03	-0,12	-0,06	1
Condição Meteorológica Nublado	0,89	0,69	0,35	0,48	0,05	0,10	0,20	0,06	1
Sinalização Luminosa Inexistente	0,99	0,86	0,25	0,38	0,03	0,06	0,18	0,09	1
Uso do Solo Rural	0,96	0,96	-0,03	0,04	0,08	0,05	0,16	-0,05	1
Tipo de Localidade Não Edificada	0,97	0,97	-0,04	0,02	0,07	0,03	0,16	0,03	1

Variáveis	Comunal.	Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Acostamento Não	0,97	0,91	0,15	0,27	-0,02	0,04	-0,20	0,08	1
Desnível no Acostamento Não	0,99	0,88	0,21	0,38	0,03	0,07	0,09	0,08	1
Acostamento Pavimentado Não	0,97	0,91	0,18	0,30	-0,01	0,05	-0,12	0,10	1
Canteiro Não	0,97	0,90	0,02	0,02	-0,38	0,01	0,09	0,01	1
Canteiro Sim	0,98	0,56	0,39	0,55	0,42	0,12	0,12	0,07	1
Obstáculo ao Cruzamento Muro	0,79	0,78	0,04	0,35	0,17	0,12	0,05	-0,12	1
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,97	0,91	0,02	0,02	-0,37	0,01	0,09	0,02	1
Conservação da Faixa Bom	0,98	0,86	0,10	0,43	0,07	0,09	0,19	0,09	1
Conservação da Faixa com Erosão	0,94	0,81	0,43	0,28	-0,06	0,04	0,11	0,05	1
Pista Dupla	0,97	0,67	0,34	0,48	0,36	0,11	0,18	0,06	1
Pista Múltipla	0,91	0,90	0,14	0,13	-0,02	0,02	-0,22	0,12	1
Perfil da Pista em Nível	0,88	0,50	0,47	0,50	0,09	0,17	0,35	-0,04	1
Perfil da Pista Rampa <3	0,91	0,89	0,04	0,28	-0,00	0,00	0,12	0,16	1
Perfil da Pista Rampa ≥3	0,86	0,89	-0,01	0,18	0,01	-0,04	-0,07	0,17	1
Traçado da Pista Curva	0,92	0,94	-0,05	0,01	-0,08	-0,00	0,15	0,04	1
Superelevação na Pista Não	1,00	0,86	0,26	0,39	0,03	0,07	0,17	0,09	1
Superlarga da Pista Não	1,00	0,85	0,26	0,39	0,04	0,07	0,18	0,09	1
Estreitamento Pista Não Existe	1,00	0,86	0,25	0,39	0,03	0,07	0,17	0,07	1
Conservação da Pista Bom	0,99	0,88	0,09	0,40	0,05	0,09	0,18	0,08	1
Conservação da Pista com Erosão	0,91	0,72	0,56	0,26	0,02	0,03	0,07	0,05	1
Condição da Pista com Buraco	0,91	-0,08	0,94	0,09	-0,09	-0,06	0,04	0,09	2
Tipo de Localidade Industrial	0,78	-0,07	0,70	0,52	-0,03	0,09	-0,01	0,05	2
Obstáculo ao Cruzamento Canal	0,77	0,17	0,77	0,23	0,28	0,03	0,12	-0,05	2
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,84	0,21	0,68	0,42	0,36	0,12	0,08	0,06	2
Obstáculo ao Cruzamento Outros	0,80	-0,04	0,69	0,23	0,49	0,07	0,12	0,09	2
Conservação da Faixa Ruim	0,75	0,53	0,63	0,23	-0,01	0,10	0,13	0,05	2
Conservação da Pista Ruim	0,88	0,07	0,91	0,11	-0,11	-0,05	0,03	0,12	2

Variáveis	Comunal.	Conclusão							
		Carreg. 1	Carreg. 2	Carreg. 3	Carreg. 4	Carreg. 5	Carreg. 6	Carreg. 7	Fator
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,77	0,51	0,41	0,55	0,11	0,12	0,09	0,11	3
Condição da Pista Seca	0,95	0,56	0,38	0,65	0,10	0,13	0,15	0,14	3
Condição Meteorológica Céu Claro	0,86	0,51	0,43	0,58	0,08	0,13	0,17	0,15	3
Condição Meteorológica Sol	0,73	0,50	0,25	0,61	0,09	0,10	0,08	0,17	3
Uso do Solo Urbano	0,90	0,18	0,52	0,74	-0,04	0,09	0,08	0,18	3
Tipo de Localidade Comercial	0,87	0,03	0,40	0,82	-0,01	0,14	0,09	0,08	3
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,81	0,11	-0,04	0,86	0,15	0,12	0,03	0,10	3
Traçado da Pista Cruzamento	0,73	0,06	0,10	0,69	-0,06	-0,02	-0,04	-0,48	3
Traçado da Pista Reta	0,91	0,46	0,43	0,66	0,16	0,16	0,15	0,12	3
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,78	0,40	0,17	0,49	0,53	-0,01	0,20	0,18	4
Pista Simples	0,91	0,63	-0,11	-0,07	-0,70	-0,05	0,08	0,01	4
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,87	0,06	0,06	0,18	0,03	0,91	0,03	-0,02	5
Causa do Acidente Animais na Pista	0,87	0,05	0,04	0,18	0,02	0,91	0,06	0,07	5
Acostamento Sim	0,98	0,51	0,33	0,49	0,06	0,11	0,60	0,04	6
Desnível no Acostamento Sim	0,89	0,42	0,39	0,41	0,03	0,09	0,61	0,08	6
Acostamento Pavimentado Sim	0,98	0,48	0,32	0,49	0,05	0,11	0,62	0,03	6
Condição da Pista em Obra	0,71	0,07	0,36	0,34	0,01	0,02	0,03	0,68	7
Estreitamento da Pista Provisão	0,73	0,52	0,27	0,26	0,13	0,09	0,04	0,55	7

FONTE: A autora (2012)

Assim como foi feito na análise fatorial do Grupo 1, foi representado por meio de um gráfico de dispersão os carregamentos dos fatores 1 e 2 na Figura 21. Neste gráfico, pode-se visualizar os agrupamentos das variáveis que formam cada fator.

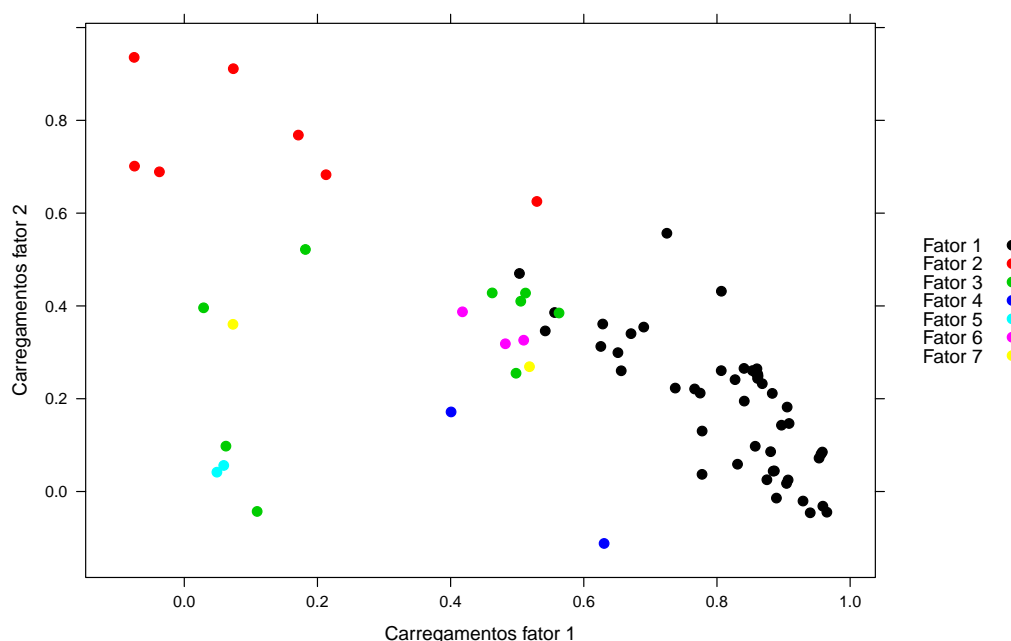


FIGURA 21 - GRÁFICO DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES - GRUPO 2
 FONTE: A autora (2012)

A dispersão dos escores fatoriais dos fatores 1 e 2 apresenta-se na Figura 22. Como os dados foram organizados em intervalos de 1 a 1 quilômetro, os escores trazem informações sobre os quilômetros que mais se destacam com relação a cada um dos dois fatores. Observa-se que os escores fatoriais associados aos quilômetros 665, 666, 668, 669, entre outros, estão bastante relacionados ao fator 1 e pouco relacionados com o fator 2 enquanto que os escores fatoriais associados aos quilômetros 591, 592, 599, 601, 603, entre outros, estão bastante relacionados ao fator 2 e pouco relacionados com o fator 1. Já os escores fatoriais associados aos quilômetros 489, 493 e 496 estão pouco associados aos fatores 1 e 2.

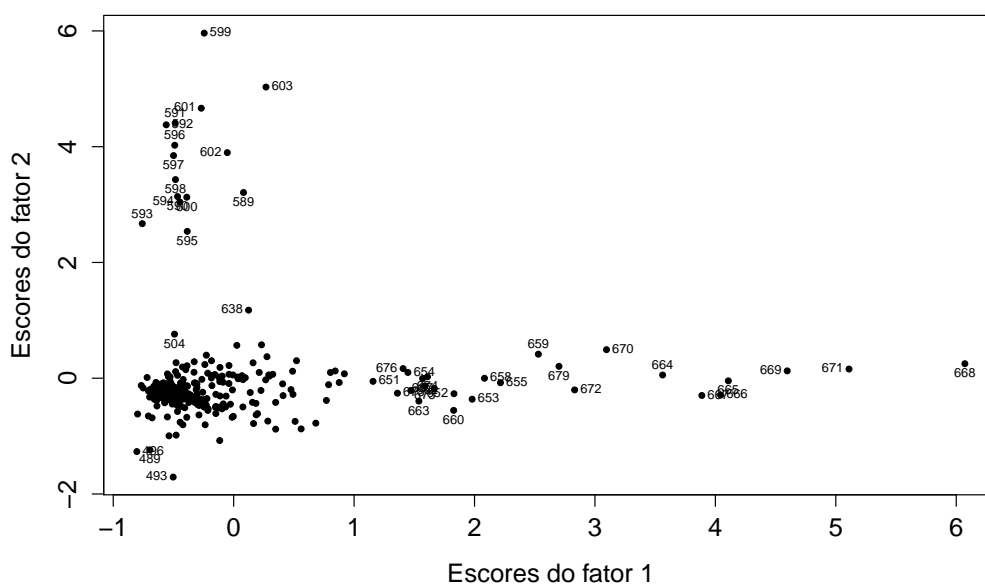


FIGURA 22 - GRÁFICO DOS ESCORES FATORIAIS DO GRUPO 2 - FATORES 1 E 2
 FONTE: A autora (2012)

Os quilômetros da Tabela 11 foram classificados de acordo com os maiores escores fatoriais de cada fator.

TABELA 11 - CLASSIFICAÇÃO DOS KILÔMETROS DE ACORDO COM CADA FATOR DO GRUPO 2

Fator	1ª posição	2ª posição	3ª posição
1	668	671	669
2	599	603	601
3	616	619	493
4	525	513	671
5	680	654	626
6	679	652	660
7	489	490	675

FONTE: A autora (2012)

Adiante, será apresentada a interpretação dos fatores, a qual foi realizada levando em consideração os maiores carregamentos das variáveis em cada fator.

– Fator 1: Velocidade Inadequada (65,00% de explicação)

O fator 1 é composto por 47 variáveis (ver variáveis com carregamentos em negrito na Tabela 10). Em resumo, estas variáveis indicam que, em qualquer que seja o sentido da via, em solo rural, há trechos onde a conser-

vação da faixa e da pista ora é boa e ora é com erosão, sem estreitamento, sem superlargura e sem superelevação da pista. Geralmente, ora a pista é dupla e ora a pista é múltipla, com curvas, com perfil da pista variando (nível, rampa < 3 , rampa ≥ 3), tem trechos ora com e ora sem canteiro, e sem acostamento. Há sinalização vertical e horizontal; os tipos de acidentes são: capotamento, saída de pista, colisão com objeto fixo, colisão lateral e colisão traseira, e as causas dos acidentes são: por defeito mecânico no veículo, falta de atenção, velocidade incompatível e outros. Seja qual for a fase do dia, os acidentes têm em comum a condição meteorológica nublado, chuva, nevoeiro/neblina, vindo a deixar a pista escorregadia e molhada, oras sem restrição de visibilidade e oras esta seja restringida por poeira/fumaça/neblina. Diante dessa descrição, o fator 1 pode ser chamado de Velocidade Inadequada, pois diante das condições da pista e das condições meteorológicas cabe ao condutor ser mais cauteloso diminuindo a velocidade veículo para melhorar o controle do mesmo. No fator 1, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 668, o qual localiza-se na serra de guaratuba, entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).

– Fator 2: Má Conservação da Pista (12,22% de explicação)

Neste fator, as variáveis que se agrupam sugerem que em localidade industrial, a conservação da faixa e da pista são ruins (como buracos) e que ora há e ora não há obstáculos aos cruzamentos pela pista. Em localidades industriais, além do fluxo de automóveis, motos e ônibus, é maior o fluxo de veículos de porte, como caminhões. As variáveis Condição da Pista com Buraco e Conservação da Pista Ruim possuem maiores comunalidades e carregamentos fatoriais. À este fator, o maior escore fatorial está associado ao quilômetro 599, entre a entrada da BR-476 (A) (para Araucária) e a entrada da BR-116 (A)/476 (B) (Curitiba Sul/Pinheirinho), região do contorno sul de Curitiba.

– Fator 3: Perímetro Urbano (3,48% de explicação)

O terceiro fator é caracterizado por 9 variáveis. Observa-se que os acidentes ocorreram em solo urbano, próximo à localidade comercial, onde o traçado da pista é reto, com obstáculos ao cruzamentos, como meio fio. Ainda, as condições meteorológicas são céu claro e sol, e o acidente em pista seca ocorre devido ao condutor não guardar distância de segurança. As variáveis com maiores carregamentos fatoriais são as variáveis Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio e Tipo de Localidade Comercial. Neste fator, o quilômetro 616 está associado ao maior escore fatorial, com proximidade à entrada da BR-116 (B).

– Fator 4: Retorno e Acesso de Pista (2,21% de explicação)

Este fator está representado pelas variáveis Obstáculo ao Cruzamento Tela e Pista Simples. Observa-se que o carregamento da variável Pista Simples é negativo (-0,70). Ainda, a variável Pista Simples é inversamente proporcional à variável Obstáculo ao Cruzamento Tela, até por que em pista simples não há canteiro central, local em que a tela é instalada. A tela é utilizada para evitar o acesso à outra pista, seja por pedestre ou automóveis e evita com que colisões frontais ocorram, pois não haverá carros utilizando a pista de sentido oposto para realizar ultrapassagens, além do que protege o veículo para não sair da pista no caso de algum acidente. Pistas que não são simples permitem que os veículos transitem melhor, podendo estes desenvolverem maiores velocidades, vindo a ser o motivo de saídas de pista, capotamento e tombamento. Ainda, há momentos que a presença de retornos ou acessos dos veículos à outra pista (sentido oposto) que podem interferir no trânsito e nesses momentos ocasionar acidentes. Neste fator, o maior escore fatorial está relacionado ao quilômetro 525, localizado entre o acesso Vila Velha e a entrada da BR-277(A)/PR-428 (São Luís Purunã).

– Fator 5: Animais Soltos (2,08% de explicação)

O quinto fator foi nomeado Animais Soltos devido à relação das variáveis

Tipo de Acidente Atropelamento de Animal e Causa do Acidente Animais na Pista. O Paraná é um estado, em sua maioria, agrícola. Devido a falta de cercamento das propriedades que ficam próximas à rodovia, os animais soltos acabam cruzando a pista. E veículos que trafegam na rodovia vêm, inevitavelmente, a colidir com tais animais ou fazem manobras bruscas para não colidir com os animais, que caracterizam as variáveis que contribuem para esse fator. Ao maior escore fatorial está associado ao quilômetro 680, o qual localiza-se entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).

– Fator 6: Fuga pelo Acostamento (1,89% de explicação)

Ao observar que as variáveis Acostamento Sim, Acostamento Pavimentado Sim e Desnível no Acostamento Sim formam um fator, o mesmo pode ser nomeado como Fuga pelo Acostamento, pois em momentos da viagem em que há lentidão no fluxo de veículos ou até mesmo congestionamento, alguns condutores acabam utilizando o acostamento como fuga para conseguir passar os veículos que estão na pista e se posicionar à frente dos demais. O uso do acostamento para esse fim propicia acidentes, pois gera irritação e desconforto para os condutores dos veículos que estão à frente darem espaço para aqueles veículos que estão entrando na pista pelo acostamento. De acordo com o NURAM, essa situação ocorre na época que as pessoas viajam mais, como os meses de dezembro e janeiro (ver Figura 3). O maior escore fatorial do sexto fator está associado ao quilômetro 679, que localiza-se entre a entrada da PR-281 (para Tijucas do Sul) e a divisa do Paraná com Santa Catarina (entrada da BR-101).

– Fator 7: Manutenção da Pista (1,46% de explicação)

Esse fator foi caracterizado pelas variáveis Condição da Pista em Obra e Estreitamento da Pista Provisão. Devido as obras na pista, o trânsito torna-se lento e demorado, podendo gerar congestionamentos, devido a obra que acaba estreitando e impossibilitando parte do uso da pista. Acidentes ocor-

rem devido a intransigência dos motoristas ou até mesmo devido à má/falta de sinalização do local da obra. Neste fator, o maior escore fatorial é aquele associado ao quilômetro 489, próximo à entrada da PR-151.

Após obter as variáveis independentes que caracterizam os principais fatores dos grupos considerados, foi aplicada a análise de correlação canônica nos conjuntos de variáveis acidentes-rodovia e veículos, e acidentes-rodovia e condutores.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA

A análise de correlação canônica procura expressar e simplificar os dados por meio de duas combinações lineares das variáveis originais - uma combinação do primeiro conjunto de variáveis e uma combinação do segundo (chamadas variáveis canônicas) - que exibam a maior covariância (ou correlação) possível, sendo que poucos pares de variáveis canônicas podem explicar muito da interdependência entre dois conjuntos de variáveis (MARDIA; KENT; BIBBY, 1979).

Assim como na análise fatorial exploratória do conjunto acidentes-rodovia, encontrou-se dificuldade em encontrar inversas das matrizes de correlação dos conjuntos de variáveis veículos e condutores, pois as respectivas matrizes de correlação também apresentavam determinante nulo. Logo, aplicou-se a transformação de Hellinger nas variáveis desses conjuntos, permitindo encontrar, assim, matrizes inversas das matrizes de correlação.

4.3.1 Análise de Correlação Canônica do Grupo 1

Agora, serão realizadas as análises de correlação canônica dos conjuntos de variáveis do Grupo 1, correspondente aos acidentes ocorridos do quilômetro 0 ao 363. Primeiramente, serão apresentados os resultados das correlações canônicas entre os conjuntos de variáveis acidentes-rodovia e veículos e, em seguida, acidentes-rodovia e condutores.

Como as dimensões das matrizes de correlação dos conjuntos acidentes-rodovia e veículos são grandes, uma maneira de representar tais matrizes é associando os valores das correlações das variáveis à uma escala de cores, como pode-se ver na Figura 23:

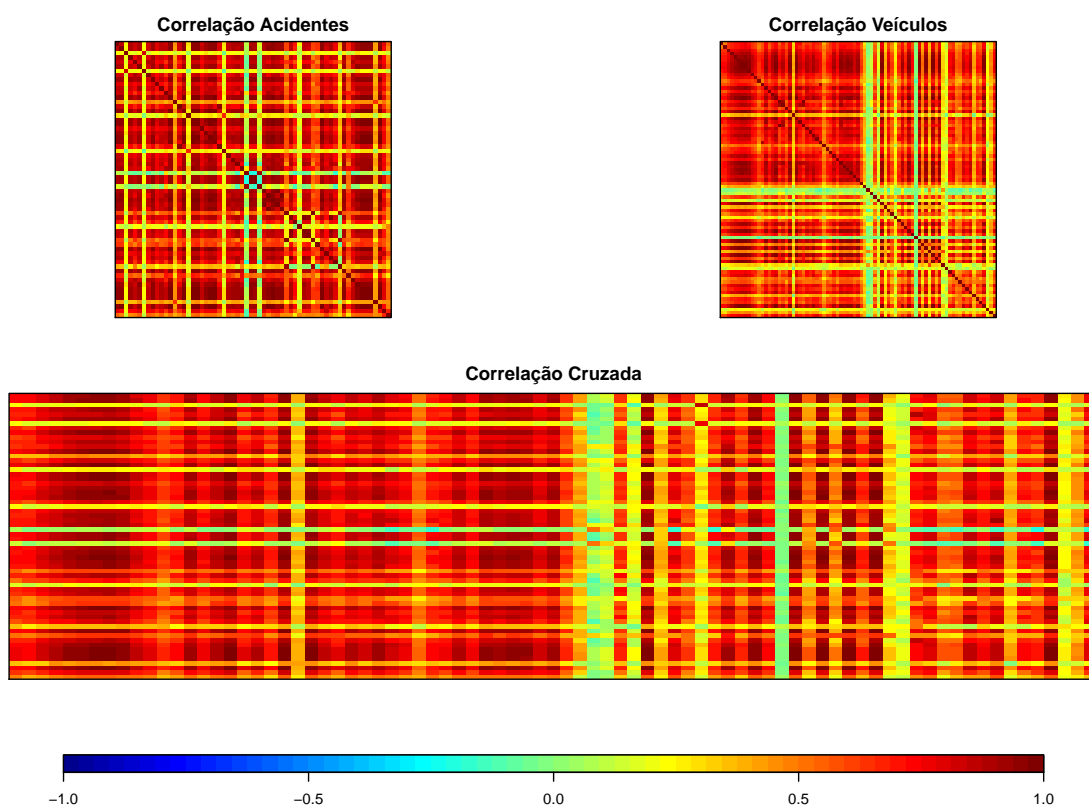


FIGURA 23 - MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS

FONTE: A autora (2012)

Assim, vê-se que os valores das correlações variam do azul (-1) até o vermelho ($+1$), indicando a intensidade das correlações. Observando as matrizes de correlação de ambos os conjuntos, percebe-se que as variáveis são, em geral, bastante correlacionadas positivamente.

Os cálculos das correlações canônicas estimadas para as variáveis canônicas dos conjuntos de dados estão na Tabela 12. Nesta tabela, estão apresentados os resultados do teste de significância da relação entre os dois conjuntos de variáveis, conhecido como Teste- F de Rao para o lambda de Wilks, ao nível de significância 0,01.

TABELA 12 - TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k - CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS

k	Correlação	Lambda de Wilks	$F_{(0,01)}$	df1	df2	p -valor
1	0,99789	0,00000	2,26	5022	9948,9	0,00000
2	0,96265	0,00000	1,88	4880	9836,4	0,00000
3	0,94339	0,00000	1,74	4740	9722,7	0,00000
4	0,92374	0,00000	1,63	4602	9607,9	0,00000
5	0,88715	0,00000	1,54	4466	9492,0	0,00000
6	0,86522	0,00000	1,48	4332	9374,9	0,00000
7	0,85101	0,00000	1,42	4200	9256,7	0,00000
8	0,84713	0,00000	1,37	4070	9137,4	0,00000
9	0,82565	0,00000	1,32	3942	9016,8	0,00000
10	0,81447	0,00000	1,28	3816	8895,1	0,00000
11	0,80433	0,00000	1,23	3692	8772,2	0,00000
12	0,79169	0,00000	1,19	3570	8648,1	0,00000
13	0,77370	0,00000	1,16	3450	8522,8	0,00000
14	0,76194	0,00000	1,12	3332	8396,3	0,00002
15	0,75739	0,00000	1,09	3216	8268,6	0,00131
16	0,74871	0,00000	1,05	3102	8139,6	0,03118
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
62	0,10004	0,98999	0,12	20	244,0	1,00000

FONTE: A autora (2012)

Este teste mostra que há muitas correlações significativas, ou seja, correlações são significativas até o 15º par de variáveis canônicas. Porém, as correlações canônicas entre as variáveis canônicas não diz muito sobre quanto da variância no conjunto de variáveis dos acidentes-rodovia é explicada pelo conjunto de variáveis dos veículos, ou seja, o quanto da variância em veículos é explicado por acidentes-rodovia. De fato, ela apenas diz quanto da variância em U_k (combinação linear de acidentes-rodovia) é explicado por V_k . Mas V_k pode explicar somente uma pequena porção da variância em acidentes-rodovia.

Para responder quanto da variância em acidentes-rodovia é explicado por veículos (e vice-versa), será utilizado uma medida de redundância. Na Tabela 13 estão os resultados das redundâncias das 5 primeiras variáveis canônicas U_k e V_k .

TABELA 13 - ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k

k	Redundância U_k (%)	Redundância V_k (%)
1	69,14	60,97
2	4,79	3,61
3	2,27	1,35
4	2,61	0,90
5	0,52	1,09

FONTE: A autora (2012)

Dentre os 15 pares de correlações canônicas com correlações significativas, será explicado apenas o primeiro par, pois este explica maior proporção de variância nas duas variáveis canônicas. Nas Tabelas 14 e 15 estão os resultados dos cálculos das cargas das variáveis canônicas U_1 e V_1 , a correlação destas variáveis com os respectivos conjuntos de dados, acidentes-rodovia e veículos, também chamados de pesos canônicos, e a proporção de informação que cada variável canônica explica de cada variável destes conjuntos de dados, a qual é baseada na correlação cruzada ao quadrado (HAIR *et al.*, 2009).

TABELA 14 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - PERÍMETRO URBANO

Variáveis	Cargas de U_1	$Corr(U_1, \text{Acidentes})$	%
Restrição de Visibilidade Inexistente	0,1721	0,9907	97,73
Superelevação Não	0,2286	0,9905	97,69
Superlargura da Pista Não	0,1503	0,9902	97,63
Estreitamento Pista Não Existe	0,0658	0,9897	97,53
Condição da Pista Seca	0,1977	0,9891	97,41
Desnível Acostamento Não	0,0420	0,9866	96,92
Sinalização Horizontal	0,1251	0,9865	96,90
Sinalização Vertical	0,0468	0,9850	96,62
Conservação Pista Bom	0,1977	0,9821	96,05
Conservação Faixa Bom	0,0363	0,9797	95,57
Perfil Pista em Nível	0,0200	0,9780	95,25
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,0719	0,9747	94,59
Condição Meteorológica Céu Claro	0,0170	0,9735	94,36
Fase do dia Pleno Dia	0,0122	0,9734	94,34
Traçado Pista Reta	0,0790	0,9681	93,33
Uso do Solo Urbano	0,0462	0,9660	92,91
Tipo de Localidade Comercial	0,0866	0,9606	91,87
Sentido da Via Decrescente	0,0591	0,9603	91,83
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,0650	0,9539	90,59
Sentido da Via Crescente	0,1045	0,9527	90,38
Acostamento Sim	0,3519	0,9490	89,68

Continua

Variáveis	Conclusão		
	Cargas de U_1	$Corr(U_1, \text{Acidentes})$	%
Acostamento Pavimentado Não	0,1094	0,9478	89,45
Acostamento Pavimentado Sim	0,2557	0,9388	87,75
Sinalização Luminosa Funciona	0,0720	0,9345	86,97
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,0576	0,9339	86,86
Fase do dia Plena Noite	0,0156	0,9338	86,82
Acostamento Não	0,1335	0,9332	86,73
Condição Meteorológica Sol	0,0206	0,9256	85,30
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,0431	0,9149	83,33
Pista Dupla	0,0366	0,9129	82,99
Canteiro Sim	0,0120	0,9066	81,84
Sinalização Luminosa Inexistente	0,0663	0,9063	81,77
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,0090	0,9040	81,36
Traçado Pista Cruzamento	0,0456	0,8937	79,53
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,0523	0,8907	78,99
Condição Meteorológica Nublado	0,0422	0,8811	77,29
Causa do Acidente Desobediência à Sinalização	0,0159	0,8716	75,65
Tipo de Acidente Colisão Transversal	0,0349	0,8699	75,34
Conservação Faixa com Erosão	0,0187	0,8661	74,70
Fase do dia Anoitecer	0,0107	0,8600	73,65
Causa do Acidente Ingestão de Álcool	0,0048	0,8308	68,74
Causa do Acidente Outras	0,0041	0,8299	68,59
Pista Múltipla	0,0092	0,8286	68,35
Condição da Pista Molhada	0,0400	0,8219	67,27
Conservação Pista com Erosão	0,0100	0,8153	66,19
Condição Meteorológica Chuva	0,0068	0,7991	63,58
Obstáculo ao Cruzamento Cerca Vegetal	0,0202	0,7399	54,52
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,0161	0,6556	42,79
Perfil Pista Rampa < 3	0,0309	0,6220	38,52
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,2391	0,6017	36,04
Canteiro Não	0,1723	0,5962	35,39
Conservação Pista Ruim	0,0077	0,5537	30,52
Condição da Pista em Obra	0,0110	0,4781	22,76
Estreitamento Pista Provisão	0,0128	0,4465	19,84
Pista Simples	0,0177	0,3585	12,80
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,0013	0,2390	5,68
Causa do Acidente Animais na Pista	0,0048	0,2371	5,59
Restrição Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	0,0078	0,2370	5,59
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,0050	0,2338	5,44
Obstáculo ao Cruzamento Com Anti-ofuscante	0,0108	0,2126	4,50
Tipo de Localidade Não Edificada	0,0144	0,0653	0,42
Uso do Solo Rural	0,0106	0,0012	0,00

FONTE: A autora (2012)

Das 62 variáveis do conjunto acidentes-rodovia, observa-se que esta variável

canônica U_1 representa bastante das variáveis independentes, pois explica 40 variáveis, mais de 70%. Observa-se as variáveis com os pesos canônicos maiores ou igual à 0,90 sugerem o ambiente do perímetro urbano, se assemelhando muito ao fator 1 do Grupo 1 da análise fatorial exploratória. Assim, a variável canônica U_1 será interpretada como Perímetro Urbano.

As variáveis que possuem maiores cargas canônicas são Restrição de Visibilidade Inexistente, Superelevação Não, Superlargura da Pista Não, Condição da Pista Seca, Sinalização Horizontal, Conservação Pista Bom, Sentido da Via Crescente, Acostamento Sim, Acostamento Pavimentado Não, Acostamento Pavimentado Sim, Obstáculo ao Cruzamento Não Informado e Canteiro Não.

TABELA 15 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA V_1 - FLUXO DE VEÍCULOS

Variáveis	Cargas de V_1	$Corr(V_1, \text{Veículos})$	%
Capotagem Não	0,0901	0,9965	98,88
Derrapagem Não	0,2758	0,9962	98,82
Tombamento Não	0,1614	0,9952	98,62
Saída da Pista Não	0,0543	0,9943	98,44
Objeto Fixo Não Houve	0,0304	0,9936	98,30
Categoria do Veículo Particular	0,0273	0,9915	97,89
Ocupante 1	0,1414	0,9911	97,81
Espécie do Veículo Passageiro	0,1620	0,9892	97,43
Situação do Veículo Seguiu Fluxo	0,0588	0,9860	96,80
Objeto Móvel Outro Veículo	0,1214	0,9826	96,13
Ano do Veículo 2006-2012	0,0993	0,9819	96,00
Tipo do Veículo Automóvel	0,0225	0,9809	95,80
Ano do Veículo 2001-2005	0,0625	0,9715	93,99
Cor do Veículo Prata	0,0211	0,9630	92,33
Ocupante 2	0,0444	0,9613	92,02
Cor do Veículo Branca	0,0580	0,9548	90,78
Ano do Veículo 1996-2000	0,0106	0,9440	88,73
Cor do Veículo Preta	0,0148	0,9424	88,43
Cor do Veículo Vermelha	0,0086	0,9391	87,81
Espécie do Veículo Carga	0,0260	0,9380	87,62
Cor do Veículo Cinza	0,0134	0,9348	87,01
Tipo do Veículo Motocicletas	0,0355	0,9250	85,19
Espécie do Veículo Misto	0,0317	0,9068	81,88
Cor do Veículo Azul	0,0032	0,9055	81,64
Ano do Veículo 1991-1995	0,0067	0,9053	81,61

Continua

Variáveis	Continuação		
	Cargas de V_1	$Corr(V_1, \text{Veículos})$	%
Objeto Móvel Não Houve	0,0447	0,9043	81,43
Tipo do Veículo Caminhonete	0,0011	0,8987	80,42
Situação do Veículo Parado na Via	0,0151	0,8974	80,19
Categoria do Veículo Aluguel	0,0518	0,8788	76,91
Situação do Veículo Mudava de Faixa	0,0229	0,8691	75,22
Tipo do Veículo Caminhão	0,0293	0,8631	74,18
Tipo do Veículo Motoneta	0,0235	0,8581	73,32
Ocupante 3	0,0019	0,8572	73,17
Cor do Veículo Verde	0,0097	0,8463	71,31
Tipo do Veículo Camioneta	0,0059	0,8450	71,09
Ano do Veículo 1986-1990	0,0381	0,8449	71,08
Situação do Veículo Entrava na Via	0,0323	0,8372	69,78
Objeto Fixo Outro Veículo	0,0155	0,8318	68,89
Situação do Veículo Virava à Direita	0,0335	0,8138	65,95
Tipo do Veículo Ônibus	0,0122	0,8000	63,72
Ocupante 4	0,0019	0,7931	62,63
Espécie do Veículo Especial	0,0253	0,7876	61,77
Cor do Veículo Amarela	0,0151	0,7766	60,06
Tipo do Veículo Caminhão Trator	0,0120	0,7739	59,62
Cor do Veículo Bege	0,0147	0,7715	59,27
Espécie do Veículo Tração	0,0469	0,7698	59,01
Situação do Veículo Cruzando a Pista	0,0047	0,7678	58,70
Situação do Veículo Outros	0,0039	0,7659	58,41
Objeto Móvel Pedestre	0,0019	0,7599	57,50
Ano do Veículo 1981-1985	0,0157	0,7597	57,47
Ano do Veículos menor 1980	0,0223	0,7576	57,15
Tipo do Veículo Outros	0,0334	0,7522	56,34
Situação do Veículo Retornava	0,0051	0,7452	55,29
Ocupante mais que 5	0,0034	0,7441	55,13
Categoria do Veículo Oficial	0,0084	0,7221	51,92
Objeto Móvel Ciclista	0,0110	0,7156	50,97
Situação do Veículo Saía da Via	0,0029	0,7111	50,35
Objeto Móvel Outro Objeto Móvel	0,0042	0,7020	49,07
Objeto Fixo Meio Fio	0,0025	0,6734	45,15
Tombamento Sim	0,0157	0,6699	44,68
Cor do Veículo Outras Cores	0,0014	0,6675	44,36
Ocupante 5	0,0113	0,6619	43,62
Objeto Fixo Outros	0,0006	0,6291	39,41
Situação do Veículo Marcha à ré	0,0030	0,6197	38,24
Situação do Veículo Estacionado	0,0093	0,5911	34,78
Tipo do Veículo Utilitário	0,0047	0,5644	31,71
Derrapagem Sim	0,0067	0,5123	26,13
Situação do Veículo Ultrapassava	0,0015	0,4738	22,35
Saida da Pista Sim	0,0010	0,4488	20,05

Continua

Variáveis	Cargas de V_1	Conclusão	
		$Corr(V_1, \text{Veículos})$	%
Situação do Veículo Parado no Acostamento	0,0006	0,4343	18,78
Objeto Fixo Árvore	0,0040	0,4280	18,24
Categoria do Veículo Aprendizagem	0,0021	0,4113	16,84
Objeto Fixo Outro Objeto Fixo	0,0050	0,3956	15,57
Capotagem Sim	0,0140	0,2999	8,95
Objeto Móvel Animal Solto	0,0145	0,2964	8,74
Situação do Veículo Trans. em Sentido Oposto	0,0103	0,2359	5,54
Situação do Veículo Contramão	0,0133	0,1797	3,21
Objeto Fixo Mureta	0,0155	0,1721	2,94
Objeto Fixo Defesa	0,0003	0,1024	1,04
Objeto Fixo Barranco	0,0139	0,0028	0,00
Objeto Móvel Animal Montado	0,0006	0,0058	0,00

FONTE: A autora (2012)

Das 81 variáveis independentes, a variável canônica V_1 explica 36 variáveis mais de 70%. Em relação as variáveis que são fortemente correlacionadas, não houve saída da pista, capotagem, tombamento e derrapagem, indicando que os veículos envolvidos não desempenhavam grande velocidade. Em geral, os veículos envolvidos são novos, com cores prata, branca, preta, vermelha, cinza e azul, e com poucos ocupantes (1 a 3). Os veículos envolvidos são automóveis, motocicletas, caminhonete, carga e mistos, os quais seguiam o fluxo da via. Serão consideradas as variáveis que são explicadas mais de 90% pela variável canônica V_1 , para interpretar a mesma. Interpretou-se essa variável como Fluxo de Veículos.

As variáveis com maiores cargas canônicas são Derrapagem Não, Tombamento Não, Ocupante 1, Espécie do Veículo Passageiro, Objeto Móvel Outro Veículo e Ano do Veículo 2006-2012.

Ao substituir os valores das variáveis padronizadas dos conjuntos de dados nas variáveis canônicas, obtém-se os escores canônicos, os quais são representados graficamente na Figura 24. Observa-se que os escores canônicos tendem à formar uma reta, como esperava-se pelo resultado da correlação canônica entre as variáveis canônicas U_1 e V_1 , que foi 0,9978.

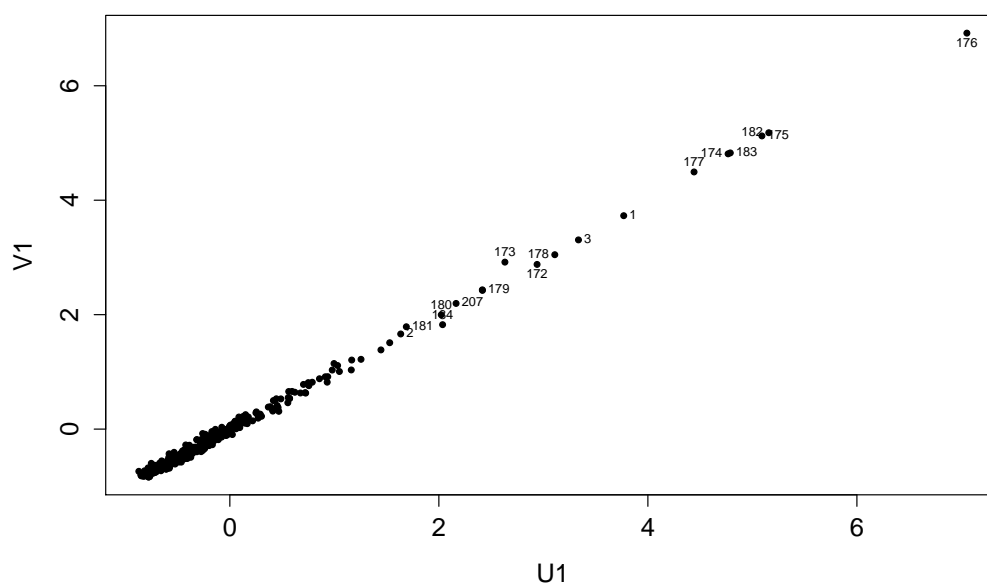


FIGURA 24 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1
 FONTE: A autora (2012)

Observa-se que há alguns pontos que estão mais distantes dos demais, como os quilômetros 176, 175, 182, 183, 174, 177, 1, 3, 178, 172, 173, dentre outros. Assim como os escores fatoriais, os escores canônicos estarão associados à incidência dos acidentes de 1 a 1 quilômetro da rodovia BR-376, levando em consideração as características das variáveis dos conjuntos de dados. Assim, os quilômetros citados são aqueles que possuem maior frequência de acidentes.

Agora, será apresentada a análise de correlação canônica dos conjuntos de variáveis acidentes-rodovia e condutores.

Observa-se que a cor vermelha predomina nas matrizes de correlação, lembrando que a matriz de correlação acidentes-rodovia é a mesma da análise anterior.

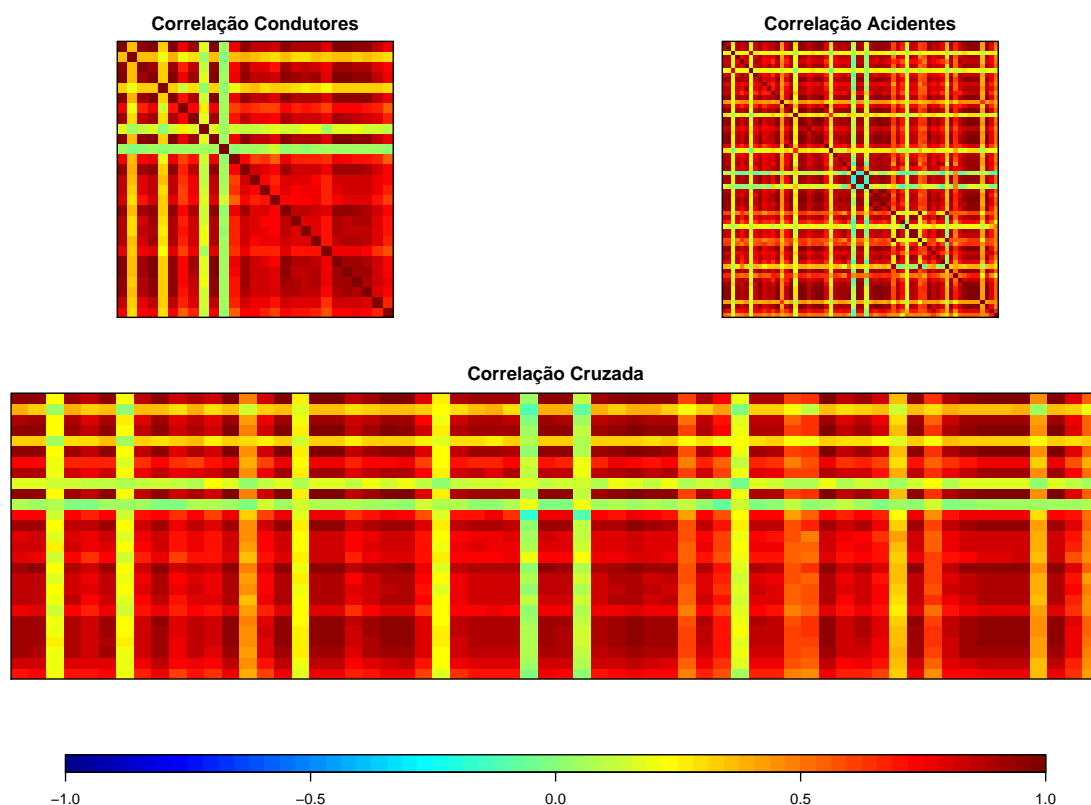


FIGURA 25 - MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA

FONTE: A autora (2012)

Após calcular as correlações canônicas entre as variáveis canônicas U_k e V_k , o Teste- F de Rao indica que há 5 correlações canônicas significativas ao nível de significância de 1%.

TABELA 16 - TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k - CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA

k	Correlação	Lambda de Wilks	$F_{(0,01)}$	df1	df2	p -valor
1	0,99645	0,00000	2,47	1674	6099,0	0,00000
2	0,78664	0,00037	1,45	1586	5908,8	0,00000
3	0,74658	0,00097	1,33	1500	5716,3	0,00000
4	0,74065	0,00220	1,23	1416	5521,5	0,00000
5	0,66425	0,00488	1,12	1334	5324,3	0,00246
6	0,61929	0,00873	1,06	1254	5124,6	0,08899
7	0,59547	0,01416	1,01	1176	4922,4	0,40207
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
27	0,19671	0,96131	0,29	36	263,0	1,00000

FONTE: A autora (2012)

Ao calcular a redundância das variáveis canônicas, verifica-se que a variável

U_1 explica 64,49% da variância do conjunto condutores e a variável V_1 explica 56,33% da variância do conjunto de variáveis acidentes-rodovia, e será interpretado apenas este par de variáveis canônicas, pois este par explica a maior proporção da variância dos conjuntos de dados.

TABELA 17 - ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k

k	Redundância U_k (%)	Redundância V_k (%)
1	64,49	56,33
2	10,02	4,67
3	2,15	1,30
4	1,75	1,13
5	1,09	1,73

FONTE: A autora (2012)

A seguir, serão apresentados resultados referentes as variáveis canônicas U_1 e V_1 .

TABELA 18 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - CONDUTOR NEGLIGENTE

Variáveis	Coord. de U_1	$Corr(U_1, \text{Condutores})$	%
Brasileiro	0,5565	0,9992	99,12
Dormindo Não	1,0150	0,9992	99,12
Sexo Masculino	0,4543	0,9977	98,82
Estado Físico Ileso	0,0225	0,9951	98,30
Idade 18 a 28 Anos	0,0050	0,9717	93,74
CNH AB	0,0122	0,9699	93,41
Idade 29 a 38 Anos	0,0026	0,9689	93,19
Idade 39 a 48 Anos	0,0596	0,9606	91,62
CNH B	0,0325	0,9573	90,99
Idade 49 a 58 Anos	0,0593	0,9502	89,64
Sexo Feminino	0,0618	0,9397	87,68
Estado Físico Lesões Leves	0,0127	0,9088	81,99
CNH AC	0,0209	0,9029	80,94
CNH AD	0,0029	0,9018	80,74
CNH AE	0,0531	0,8965	79,79
Idade 59 a 68 Anos	0,0026	0,8682	74,83
CNH D	0,0103	0,8536	72,33
CNH C	0,0225	0,8503	71,79
CNH E	0,0022	0,8124	65,52
Idade Não Informada	0,0031	0,8080	64,83
CNH A	0,0178	0,7704	58,93

Continua

Variáveis	Coord. de U_1	$Corr(U_1, \text{Condutores})$	Conclusão
			%
Idade Acima de 68 Anos	0,0072	0,7689	58,70
Estado Físico Lesões Graves	0,0004	0,7479	55,54
Estrangeiro	0,0111	0,3839	14,63
Estado Físico Ignorado	0,0055	0,3455	11,84
Estado Físico Morto	0,0190	0,1529	2,32
Dormindo Sim	0,0071	0,0407	0,16

FONTE: A autora (2012)

Considerando as 27 variáveis do conjunto condutores, a variável canônica U_1 explica 18 variáveis, mais de 70%. Em geral, as variáveis que são fortemente correlacionadas informam que os condutores de ambos os sexos, de diferentes idades e categorias de CNH, saem ilesos e com lesões leves dos acidentes, vindo a considerar que os acidentes não ocorrem em grandes velocidades.

Ao interpretar essa variável canônica, assumiu-se o percentual de explicação de 90%. Assim, condutores brasileiros do sexo masculino, idade entre 18 e 48 anos, que dirigiam veículos leves caracterizam a variável canônica U_1 , nomeando-a Condu-tor Negligente, pois veremos na próxima análise, da variável V_1 , as principais causas dos acidentes são a desatenção e não guardar distância de segurança.

O condutor negligente, segundo o Dallas (2012), é aquele que comete aci-dentes por desleixo, desligamento, não abre mão de falar ao celular enquanto dirige, dividir a atenção no trânsito com a leitura de cartazes, as paqueras, a mudança de es-tação de rádio, o acendimento de um cigarro, o bate papo com ocupantes do veículo olhando pelo retrovisor ou para os lados e para trás, não se preocupa com a colo-cação do cinto de segurança. Logo, sua postura inadequada o coloca entre um dos principais causadores de acidentes evitáveis.

TABELA 19 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA V_1 - PERÍMETRO URBANO

Variáveis	Coord. de V_1	$Corr(V_1, \text{Acidentes})$	%
Superelevação da Pista Não	0,1473	0,9936	98,0298
Superlargura da Pista Não	0,1790	0,9933	97,9704
Restrição de Visibilidade inexistente	0,1820	0,9932	97,9506
Estreitamento da Pista Não Existe	0,4359	0,9928	97,8714
Sinalização Horizontal	0,1108	0,9904	97,3972
Desnível no Acostamento Não	0,0497	0,9894	97,1999
Condição da Pista seca	0,1034	0,9889	97,1013
Sinalização Vertical	0,1482	0,9882	96,9634
Conservação da Pista Bom	0,0043	0,9864	96,6092
Conservação da Faixa Bom	0,0843	0,9833	96,0008
Fase do dia Pleno Dia	0,0751	0,9785	95,0625
Condição Meteorológica Céu Claro	0,0044	0,9733	94,0706
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,0782	0,9727	93,9349
Perfil Pista em Nível	0,0109	0,9724	93,8767
Sentido da Via Decrescente	0,0738	0,9620	91,8914
Traçado da Pista Reta	0,0243	0,9614	91,7764
Sentido da Via Crescente	0,1012	0,9577	91,0688
Uso do Solo Urbano	0,0527	0,9553	90,6114
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,1143	0,9539	90,3450
Acostamento Sim	0,2788	0,9538	90,3260
Acostamento Pavimentado Não	0,1251	0,9489	89,4159
Tipo de Localidade Comercial	0,0573	0,9484	89,3025
Acostamento Pavimentado Sim	0,2631	0,9436	88,3976
Fase do dia Plena Noite	0,0167	0,9359	86,9556
Acostamento Não	0,0934	0,9333	86,4900
Sinalização Luminosa Funciona	0,0053	0,9289	85,6735
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,0557	0,9286	85,6180
Condição Meteorológica Sol	0,0233	0,9221	84,4193
Pista Dupla	0,0481	0,9143	83,0103
Sinalização Luminosa Inexistente	0,0253	0,9129	82,7554
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,0813	0,9093	82,0836
Canteiro Sim	0,0386	0,9040	81,1441
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,0063	0,9038	81,1080
Traçado da Pista Cruzamento	0,0434	0,8868	78,0749
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,0264	0,8842	77,6337
Condição Meteorológica Nublado	0,0417	0,8840	77,5985
Conservação da Faixa com Erosão	0,0073	0,8677	74,7533
Causa do Acidente Desobediência à Sinalização	0,0162	0,8653	74,3389
Tipo de Acidente Colisão Transversal	0,0254	0,8605	73,5306
Fase do dia Anoitecer	0,0046	0,8557	72,7097
Causa do Acidente Outras	0,0195	0,8371	69,5723
Condição da Pista molhada	0,0149	0,8346	69,1725
Pista Múltipla	0,0337	0,8272	67,9470

Continua

Variáveis	Coord. de V_1	$Corr(V_1, \text{Acidentes})$	Conclusão
			%
Causa do Acidente Ingestão de Álcool	0,0204	0,8203	66,8143
Condição Meteorológica Chuva	0,0345	0,8137	65,7397
Conservação da Pista Com Erosão	0,0079	0,8095	65,0604
Obstáculo ao Cruzamento Cerca Vegetal	0,0254	0,7348	53,5970
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,0151	0,6544	42,5234
Perfil Pista Rampa < 3	0,0096	0,6461	41,4478
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,0689	0,6135	37,3688
Canteiro Não	0,1493	0,6080	36,6994
Conservação da Pista Ruim	0,0077	0,5546	30,5477
Condição da Pista em Obra	0,0087	0,4795	22,8293
Estreitamento da Pista Provisão	0,0262	0,4545	20,5118
Pista Simples	0,0026	0,3649	13,2205
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	0,0169	0,2592	6,6719
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,0012	0,2552	6,4668
Causa do Acidente Animais na Pista	0,0027	0,2322	5,3500
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,0127	0,2252	5,0355
Obstáculo ao Cruzamento com Anti-ofuscante	0,0078	0,2159	4,6311
Tipo de Localidade Não Edificada	0,0133	0,1038	1,0692
Uso do Solo Rural	0,0373	0,0393	0,1529

FONTE: A autora (2012)

Das 62 variáveis do conjunto acidentes-rodovia, observa-se que a variável canônica V_1 representa bastante das variáveis independentes, pois explica 40 variáveis, mais de 70%. Observa-se que as variáveis com os pesos canônicos maiores ou igual à 0,90, sugerem o ambiente do perímetro urbano novamente, se assemelhando muito ao fator 1 do Grupo 1, da análise fatorial exploratória e a variável canônica da análise do conjunto de dados acidentes-rodovia com o conjunto de dados veículos. Assim, a variável canônica V_1 será interpretada como Perímetro Urbano.

As variáveis com maiores pesos canônicos são: Superelevação da Pista Não, Superlargura da Pista Não, Restrição de Visibilidade inexistente, Estreitamento da Pista Não Existe, Sinalização Horizontal, Condição da Pista seca, Sinalização Vertical, Sentido da Via Crescente, Tipo de Acidente Colisão Traseira, Acostamento Sim, Acostamento Pavimentado Não e Acostamento Pavimentado Sim.

Ao substituir os valores das variáveis padronizadas dos conjuntos de dados nas variáveis canônicas, obtém-se os escores canônicos, os quais são representados

graficamente na Figura 26. Observa-se que os escores canônicos tendem à formar uma reta, como esperava-se pelo resultado da correlação canônica entre as variáveis canônicas U_1 e V_1 , que foi 0,9965.

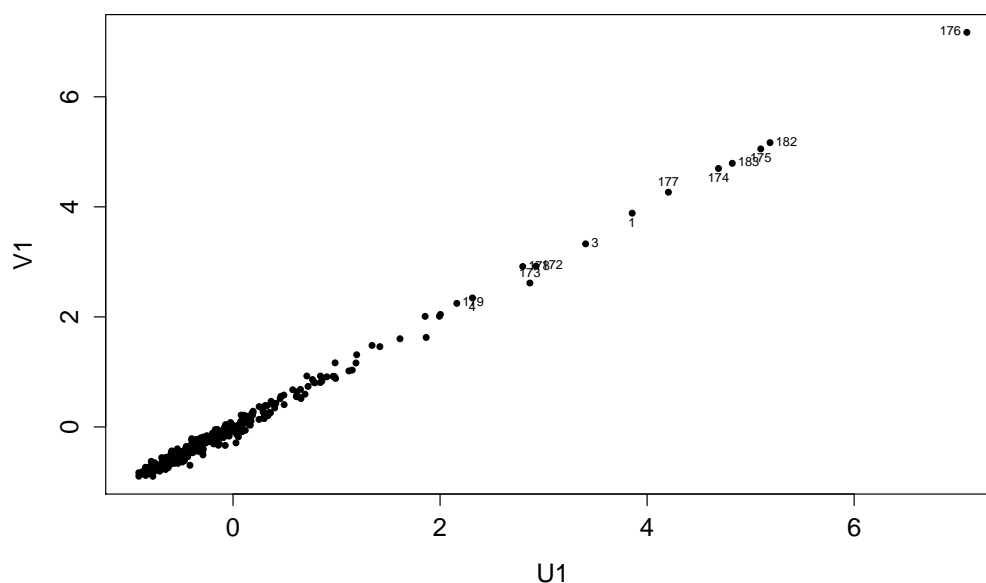


FIGURA 26 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 e V_1
 FONTE: A autora (2012)

Observa-se que os quilômetros 176, 182, 175, 183, 174, 177, 1, 3, 172, dentre outros, são os pontos mais distantes dos demais, reforçando a informação de que esses são os quilômetros com maiores incidências de acidentes, assim como foi visto nas análises anteriores do Grupo 1.

4.3.2 Análise de Correlação Canônica do Grupo 2

Agora, serão apresentadas as análises de correlação canônica do Grupo 2, correspondente aos acidentes ocorridos do quilômetro 364 ao 685, de forma análoga a apresentada para o Grupo 1.

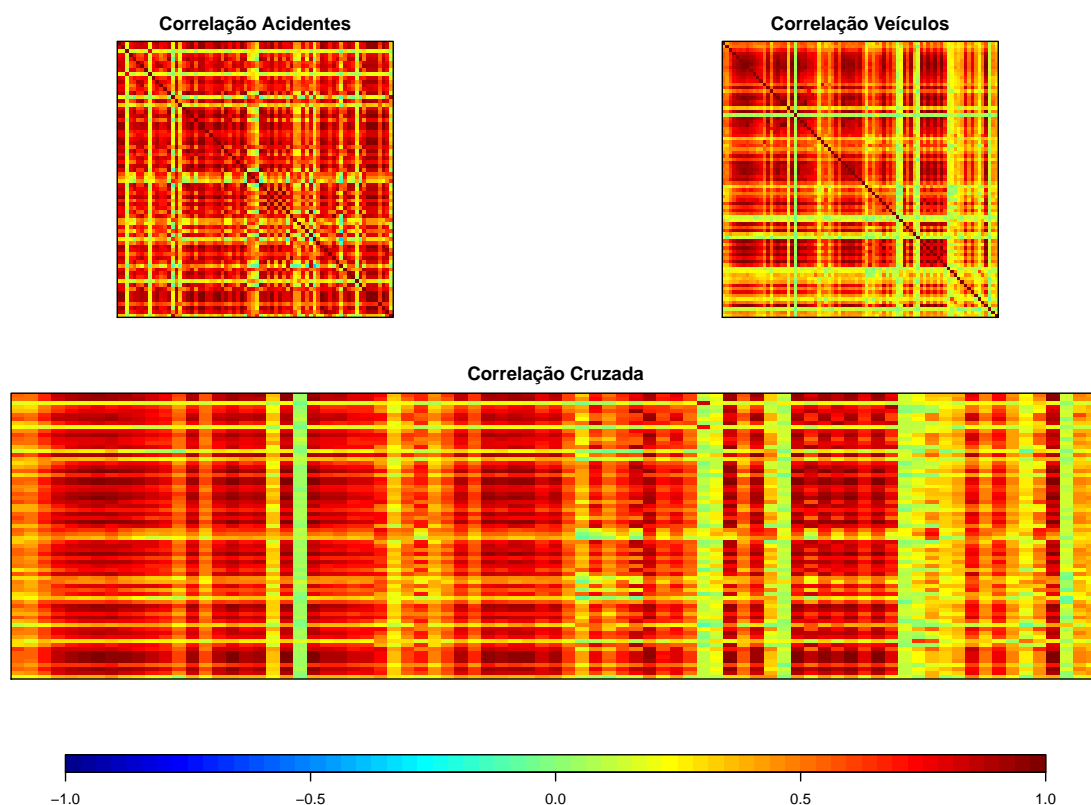


FIGURA 27 - MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS

FONTE: A autora (2012)

Na Figura 27 estão dispostas as intensidades das correlações entre as variáveis das matrizes de correlações dos conjuntos de dados de acidentes-rodovia e veículos. Observa-se que a cor vermelha predomina ao indicar a intensidade das correlações e também mostra que há correlações baixas, denotadas pelas cores amarelo e verde claro.

Os resultados do Teste- F de Rao, ao nível de significância de 1%, expostos na Tabela 20, indicam que há 11 correlações canônicas significativas para os pares de variáveis canônicas.

TABELA 20 - TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k - CONJUNTOS ACIDENTES-RODOVIA E VEÍCULOS

k	Correlação	Lambda de Wilks	$F_{(0,01)}$	df1	df2	p -valor
1	0,99854	0,00000	1,92	5832	7257,9	0,00000
2	0,99025	0,00000	1,65	5680	7199,5	0,00000
3	0,96500	0,00000	1,50	5530	7140,2	0,00000
4	0,94645	0,00000	1,41	5382	7079,9	0,00000

Continua

						Conclusão
	Correlação	Lambda de Wilks	$F_{(0,01)}$	df1	df2	p -valor
5	0,93983	0,00000	1,35	5236	7018,5	0,00000
6	0,91420	0,00000	1,28	5092	6956,1	0,00000
7	0,91288	0,00000	1,24	4950	6892,7	0,00000
8	0,90313	0,00000	1,19	4810	6828,3	0,00000
9	0,88171	0,00000	1,14	4672	6762,8	0,00000
10	0,87943	0,00000	1,11	4536	6696,3	0,00005
11	0,86441	0,00000	1,07	4402	6628,8	0,00486
12	0,85164	0,00000	1,03	4270	6560,3	0,08361
13	0,84123	0,00000	1,00	4140	6490,7	0,39822
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
72	0,05096	0,99740	0,04	10	185,0	1,0000

FONTE: A autora (2012)

Ao calcular a redundância das variáveis canônicas, verifica-se que a variável U_1 explica 71,27% da variância do conjunto acidentes-rodovia e a variável V_1 explica 69,26% da variância do conjunto veículos, e será interpretado apenas este par de variáveis canônicas, pois este explica a maior proporção da variância dos conjuntos de dados.

TABELA 21 - ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k

k	Redundância U_k (%)	Redundância V_k (%)
1	71,27	69,26
2	1,62	2,71
3	1,22	1,61
4	0,79	0,79
5	1,68	1,75

FONTE: A autora (2012)

A seguir, serão apresentados os resultados referentes às variáveis canônicas U_1 e V_1 .

TABELA 22 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - VELOCIDADE INADEQUADA

Variáveis	Coord. de U_1	$Corr(U_1, \text{Acidentes})$	%
Superlargura da Pista Não	0,1525	0,9950	98,72
Superelevação da Pista Não	0,2262	0,9949	98,68
Estreitamento da Pista Não Existe	0,1622	0,9945	98,62

Continua

Continuação

Variáveis	Coord. de U_1	$Corr(U_1, \text{Acidentes})$	%
Restrição de Visibilidade Inexistente	0,0150	0,9941	98,52
Sinalização Luminosa Inexistente	0,0600	0,9929	98,30
Sinalização Horizontal	0,0647	0,9918	98,08
Sinalização Vertical	0,0102	0,9912	97,97
Desnível no Acostamento Não	0,0131	0,9858	96,90
Fase do Dia Pleno Dia	0,2457	0,9824	96,23
Conservação da Pista Bom	0,0677	0,9728	94,36
Conservação da Faixa Bom	0,1255	0,9711	94,03
Sentido da Via Decrescente	0,0664	0,9525	90,45
Sentido da Via Crescente	0,0165	0,9511	90,21
Fase do Dia Plena Noite	0,1445	0,9360	87,36
Conservação da Faixa com Erosão	0,0376	0,9340	86,99
Acostamento Pavimentado Não	0,1661	0,9279	85,85
Condição Meteorológica Nublado	0,0336	0,9234	85,00
Pista Dupla	0,0014	0,9193	84,25
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,0277	0,9125	83,02
Condição da Pista Molhada	0,0457	0,9109	82,73
Perfil Pista Rampa <3	0,0039	0,9064	81,92
Condição Meteorológica Chuva	0,0424	0,9039	81,46
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,0952	0,8991	80,60
Acostamento Não	0,2528	0,8935	79,60
Condição da Pista Seca	0,0797	0,8926	79,44
Conservação da Pista com Erosão	0,0647	0,8926	79,44
Causa do Acidente Velocidade Incompatível	0,0304	0,8915	79,24
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,0393	0,8718	75,79
Canteiro Sim	0,0516	0,8615	74,01
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Fixo	0,0686	0,8479	71,69
Uso do Solo Rural	0,0447	0,8456	71,28
Tipo de Localidade Não Edificada	0,0186	0,8452	71,23
Obstáculo ao Cruzamento Muro	0,0393	0,8437	70,98
Condição Meteorológica Céu Claro	0,0542	0,8426	70,79
Fase do Dia Anoitecer	0,0265	0,8395	70,25
Perfil Pista em Nível	0,0468	0,8331	69,20
Tipo de Acidente Saída de Pista	0,0189	0,8325	69,10
Acostamento Sim	0,2087	0,8312	68,89
Causa do Acidente Defeito Mecânico em Veículo	0,0228	0,8275	68,27
Fase do Dia Amanhecer	0,0248	0,8270	68,19
Traçado Pista Reta	0,0412	0,8250	67,86
Pista Múltipla	0,0211	0,8183	66,76
Perfil Pista Rampa ≥ 3	0,0209	0,8179	66,69
Traçado Pista Curva	0,0538	0,8129	65,88
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,0233	0,8083	65,14
Acostamento Pavimentado Sim	0,0599	0,8081	65,10
Causa do Acidente Outras	0,0104	0,7993	63,71

Continua

Variáveis	Coord. de U_1	Conclusão	
		$Corr(U_1, \text{Acidentes})$	%
Condição da Pista Escorregadia	0,0012	0,7946	62,96
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,0079	0,7762	60,07
Tipo de Acidente Capotamento	0,0043	0,7711	59,29
Canteiro Não	0,0573	0,7677	58,76
Condição Meteorológica Sol	0,0113	0,7658	58,47
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,0059	0,7577	57,24
Conservação da Faixa Ruim	0,0239	0,7519	56,37
Restrição de Visibilidade Poeira/Fumaça/Neblina	0,0216	0,7440	55,19
Desnível no Acostamento Sim	0,0198	0,7336	53,65
Estreitamento da Pista Provisão	0,0079	0,6712	44,91
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,0044	0,6448	41,46
Uso do Solo Urbano	0,0006	0,6300	39,57
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,0019	0,5772	33,22
Tipo de Localidade Comercial	0,0239	0,5026	25,18
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,0267	0,4701	22,04
Obstáculo ao Cruzamento Canal	0,0066	0,4650	21,55
Pista Simples	0,0434	0,4390	19,21
Conservação da Pista Ruim	0,0610	0,3722	13,81
Tipo de Localidade Industrial	0,0062	0,3495	12,18
Condição da Pista em Obra	0,0127	0,3468	11,99
Traçado Pista Cruzamento	0,0003	0,3067	9,37
Obstáculo ao Cruzamento Outros	0,0212	0,2893	8,34
Condição da Pista com Buraco	0,0031	0,2358	5,54
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,0236	0,2315	5,34
Causa do Acidente Animais na Pista	0,0139	0,2180	4,73

FONTE: A autora (2012)

A variável canônica U_1 explica 35 variáveis, mais de 70%. As variáveis independentes com pesos canônicos acima de 0,90, chamam a atenção para a pista estar molhada, tempo nublado e chuvoso, a conservação da via é boa seja qual for o sentido, de dia ou de noite, com sinalização horizontal e vertical, pista dupla, em nível, sem superlargura, superelevação e estreitamento. Assim, essa variável canônica será chamada Velocidade Inadequada, pois muitos condutores conduzem o veículo da mesma maneira que em tempo seco.

As variáveis com maiores cargas canônicas são: Superlargura da Pista Não, Superelevação da Pista Não, Estreitamento da Pista Não Existe, Fase do Dia Pleno Dia, Conservação da Faixa Bom, Fase do Dia Plena Noite, Acostamento Pavimentado Não, Acostamento Não, Acostamento Sim e Tipo de Acidente Colisão Traseira.

TABELA 23 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA V_1 - FLUXO DE VEÍCULOS

Variáveis	Coord. de V_1	$Corr(V_1, \text{Veículos})$	%
Situação do Veículo Seguiu Fluxo	0,5895	0,9915	98,01
Tombamento Não	0,1395	0,9889	97,51
Capotagem Não	0,3467	0,9878	97,27
Categoria do Veículo Particular	0,2795	0,9877	97,27
Tipo do Veículo Automóvel	0,0071	0,9838	96,49
Ano do Veículo 2006-2012	0,0094	0,9837	96,47
Espécie do Veículo Passageiro	0,0406	0,9833	96,41
Derrapagem Não	0,2405	0,9821	96,17
Saida da Pista Não	0,0840	0,9768	95,12
Ocupante 1	0,2362	0,9698	93,77
Ano do Veículo 2001-2005	0,0004	0,9635	92,54
Objeto Móvel Não Houve	0,1555	0,9618	92,23
Cor do Veículo Prata	0,1109	0,9603	91,94
Cor do Veículo Branca	0,1115	0,9588	91,66
Cor do Veículo Preta	0,0497	0,9494	89,87
Ocupante 2	0,0798	0,9487	89,73
Objeto Fixo Não Houve	0,1597	0,9486	89,71
Objeto Móvel Outro Veículo	0,0531	0,9383	87,77
Ano do Veículo 1996-2000	0,0283	0,9320	86,62
Categoria do Veículo Aluguel	0,0807	0,9314	86,49
Cor do Veículo Cinza	0,0573	0,9285	85,95
Espécie do Veículo Carga	0,0748	0,9264	85,56
Cor do Veículo Vermelha	0,0401	0,9144	83,35
Ocupante 3	0,0252	0,9119	82,90
Espécie do Veículo Misto	0,0052	0,9047	81,61
Tipo do Veículo Caminhão Trator	0,0916	0,8971	80,24
Tipo do Veículo Caminhão	0,0134	0,8966	80,13
Espécie do Veículo Tração	0,0506	0,8957	79,99
Cor do Veículo Azul	0,0562	0,8893	78,85
Saida da Pista Sim	0,0528	0,8877	78,57
Ano do Veículo 1991-1995	0,0152	0,8747	76,30
Ocupante 4	0,0277	0,8608	73,89
Derrapagem Sim	0,0011	0,8605	73,83
Cor do Veículo Verde	0,0122	0,8425	70,77
Objeto Fixo Mureta	0,1590	0,8406	70,45
Tipo do Veículo Camioneta	0,0342	0,8338	69,32
Tipo do Veículo Caminhonete	0,0183	0,8336	69,28
Objeto Fixo Outro Veículo	0,0109	0,8213	67,25
Situação do Veículo Mudava de Faixa	0,0542	0,8105	65,49
Ocupante 5	0,0209	0,8075	65,01
Capotagem Sim	0,0141	0,7920	62,53
Tombamento Sim	0,0080	0,7878	61,87

Continua

Variáveis	Coord. de V_1	Conclusão	
		$Corr(V_1, \text{Veículos})$	%
Situação do Veículo Parado na Via	0,0177	0,7858	61,55
Objeto Fixo Barranco	0,0487	0,7409	54,73
Tipo do Veículo Motocicletas	0,0086	0,7374	54,21
Objeto Fixo Meio Fio	0,0317	0,7103	50,29
Tipo do Veículo Utilitário	0,0022	0,7033	49,30
Objeto Fixo Outro Objeto Fixo	0,0007	0,7031	49,29
Ano do Veículo 1986-1990	0,0014	0,7009	48,98
Cor do Veículo Bege	0,0182	0,6771	45,71
Cor do Veículo Outras Cores	0,0010	0,6496	42,06
Cor do Veículo Amarela	0,0217	0,6366	40,41
Objeto Fixo Outros	0,0188	0,6326	39,90
Tipo do Veículo Ônibus	0,0049	0,6211	38,46
Ocupante mais que 5	0,0036	0,6080	36,86
Espécie do Veículo Especial	0,0135	0,6044	36,42
Objeto Móvel Outro Objeto Móvel	0,0193	0,5934	35,10
Ano do Veículo Menor que 1980	0,0065	0,5538	30,58
Objeto Fixo Defesa	0,0185	0,5454	29,65
Ano do Veículo 1981-1985	0,0017	0,5291	27,92
Situação do Veículo Outros	0,0195	0,5213	27,10
Situação do Veículo Saía da Via	0,0135	0,5083	25,76
Situação do Veículo Parado no Acostamento	0,0073	0,4893	23,87
Tipo do Veículo Outros	0,0119	0,4854	23,49
Situação do Veículo Ultrapassava	0,0392	0,4828	23,24
Situação do Veículo Virava à Direita	0,0026	0,4612	21,20
Situação do Veículo Marcha à Ré	0,0014	0,4369	19,02
Objeto Fixo Árvore	0,0167	0,4098	16,74
Situação do Veículo Entrava na Via	0,0707	0,3891	15,09
Tipo do Veículo Motoneta	0,0114	0,3710	13,71
Situação do Veículo Estacionado	0,0125	0,3474	12,03
Objeto Móvel Pedestre	0,0138	0,3466	11,97
Categoria do Veículo Oficial	0,0269	0,3444	11,82
Situação do Veículo Retornava	0,0269	0,2858	8,14
Situação do Veículo Cruzando a Pista	0,0131	0,2366	5,58
Objeto Móvel Ciclista	0,0014	0,2345	5,48
Objeto Móvel Animal Montado	0,0018	0,1352	1,82
Objeto Móvel Animal Solto	0,0139	0,1350	1,81
Situação do Veículo Contramão	0,0014	0,1299	1,68
Situação do Veículo Trans. em Sentido Oposto	0,0044	0,1264	1,59
Categoria do Veículo Aprendizagem	0,0126	0,0672	0,45

FONTE: A autora (2012)

A variável canônica V_1 explica 35 variáveis do conjunto de dados veículos, mais de 70%. Em resumo, observando as variáveis que são fortemente correlacio-

nadas, estão envolvidos nos acidentes automóveis e caminhões que seguiam o fluxo e colidiram com outros veículos. Estes veículos são dos anos de 1996 à 2012, de cores prata, branca, preta, cinza e vermelha e que possuíam poucos ocupantes (1 a 3). Considerando as demais variáveis, pode-se nomear a variável canônica V_1 , assim como no Grupo 1, como Fluxo de Veículos.

As variáveis independentes com maiores cargas canônicas foram: Situação do Veículo Seguia Fluxo, Tombamento Não, Capotagem Não, Categoria do Veículo Particular, Derrapagem Não, Saida da Pista Não, Ocupante 1, Objeto Móvel Não Houve, Cor do Veículo Prata, Cor do Veículo Branca, Ocupante 2, Objeto Fixo Não Houve, Categoria do Veículo Aluguel, Espécie do Veículo Carga, Objeto Fixo Mureta e Situação do Veículo Entrava na Via.

Ao substituir os valores das variáveis padronizadas dos conjuntos de dados nas variáveis canônicas, obtém-se os escores canônicos, os quais são representados graficamente na Figura 28. Observa-se que os escores canônicos tendem à formar uma reta, como esperava-se pelo resultado da correlação canônica entre as variáveis canônicas U_1 e V_1 , que foi 0,9985.

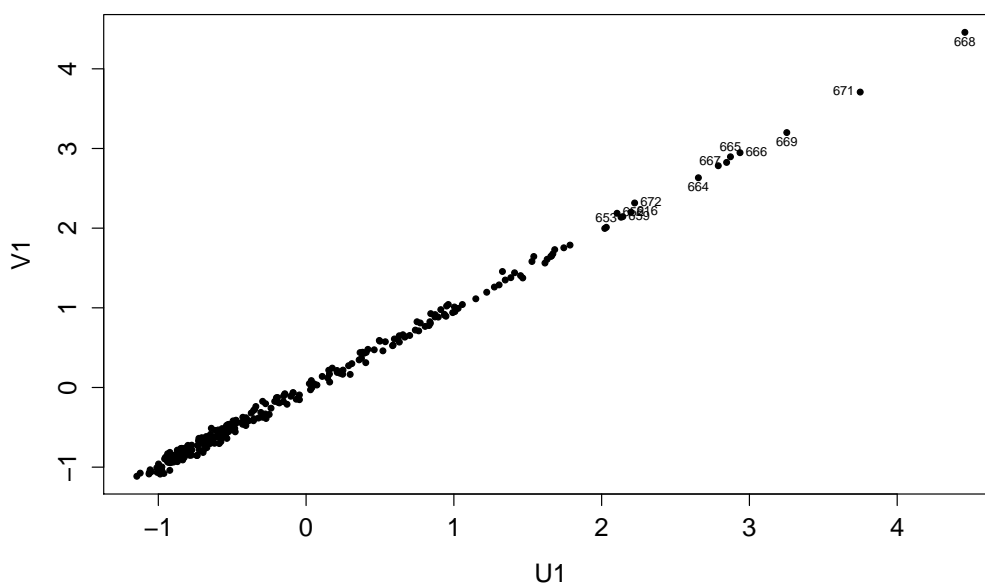


FIGURA 28 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1
 FONTE: A autora (2012)

Observa-se que os quilômetros 668, 671, 669, 666, 665, 667, 664, dentre outros, são os pontos mais distantes dos demais, reforçando a informação de que esses são os quilômetros com maiores incidências de acidentes. Esses quilômetros correspondem à Serra de Guaratuba.

Na Figura 29 estão dispostas as intensidades das correlações entre as variáveis das matrizes de correlações dos conjuntos de dados de condutores e de acidentes-rodovia. Observa-se que a cor vermelha predomina ao indicar a intensidade das correlações e também mostra que há correlações baixas, denotada pela cor amarelo.

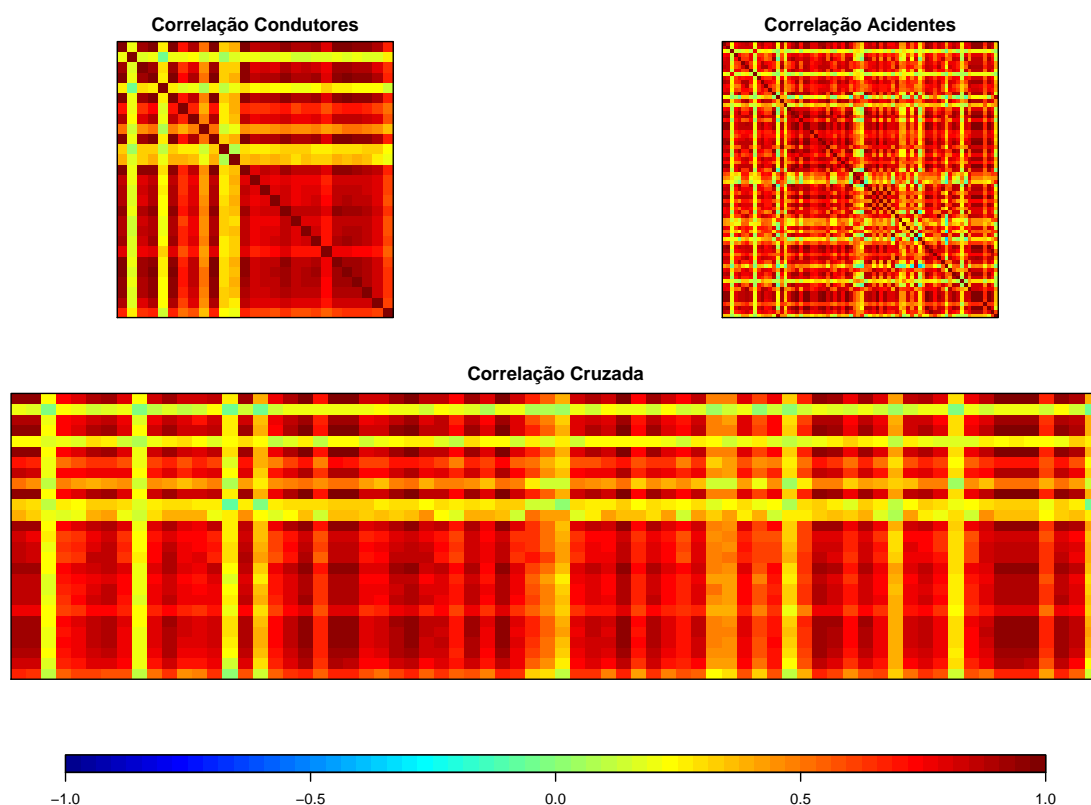


FIGURA 29 - MATRIZES DE CORRELAÇÕES DOS CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA

FONTE: A autora (2012)

Os resultados do Teste- F de Rao, ao nível de significância de 1%, indicados na Tabela 24, mostra que há 3 correlações canônicas significativas para os pares de variáveis canônicas.

TABELA 24 - TESTE DE HIPÓTESE PARA CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k - CONJUNTOS CONDUTORES E ACIDENTES-RODOVIA

k	Correlação	Lambda de Wilks	$F_{(0,01)}$	df1	df2	p -valor
1	0,99735	0,00000	1,96	1944	4491,9	0,00000
2	0,82923	0,00003	1,24	1846	4353,8	0,00000
3	0,79929	0,00010	1,14	1750	4213,7	0,00029
4	0,72552	0,00029	1,06	1656	4071,5	0,06449
5	0,71324	0,00061	1,01	1564	3927,3	0,34835
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
27	0,26669	0,92888	0,32	46	194,0	0,99999

FONTE: A autora (2012)

Ao calcular a redundância das variáveis canônicas, verifica-se que a variável U_1 explica 70,32% da variância do conjunto condutores e a variável V_1 explica 64,32% da variância do conjunto acidentes-rodovia, e será interpretado apenas este par de variáveis canônicas, pois este explica a maior proporção da variância dos conjuntos de dados.

TABELA 25 - ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA DAS VARIÁVEIS CANÔNICAS U_k e V_k

k	Redundância U_k (%)	Redundância V_k (%)
1	70,32	64,32
2	1,31	4,58
3	2,35	1,83
4	2,07	1,44
5	1,20	0,54

FONTE: A autora (2012)

A seguir, serão apresentados os resultados referentes às variáveis canônicas U_1 e V_1 .

TABELA 26 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA U_1 - CONDUTOR IMPRUDENTE

Variáveis	Coord. de U_1	$Corr(U_1, \text{Condutores})$	%
Brasileiro	0,9165	0,9991	99,30
Dormindo Não	0,7705	0,9991	99,30
Sexo Masculino	0,3763	0,9977	99,02
Estado Físico Ileso	0,1784	0,9970	98,88
Idade 18 a 28 Anos	0,1230	0,9727	94,10
Idade 29 a 38 Anos	0,1039	0,9721	93,99

Continua

Variáveis	Coord. de U_1	Conclusão	
		$Corr(U_1, \text{Condutores})$	%
Idade 39 a 48 Anos	0,1321	0,9681	93,21
CNH B	0,0393	0,9677	93,14
CNH AB	0,0085	0,9578	91,25
Idade 49 a 58 Anos	0,0905	0,9445	88,73
Sexo Feminino	0,0989	0,9415	88,17
CNH AE	0,0041	0,9207	84,32
CNH AD	0,0311	0,9099	82,35
CNH E	0,0092	0,8965	79,94
CNH D	0,0075	0,8891	78,62
CNH AC	0,0089	0,8878	78,41
Estado Físico Lesões Leves	0,0294	0,8764	76,38
Idade 59 a 68 Anos	0,0219	0,8758	76,30
CNH C	0,0091	0,8569	73,05
Idade Não Informada	0,0261	0,8060	64,60
Estado Físico Lesões Graves	0,0031	0,7155	50,92
Idade Acima de 68 Anos	0,0111	0,6638	43,82
Estado Físico Morto	0,0118	0,4945	24,32
CNH A	0,0025	0,3930	15,35
Dormindo Sim	0,0012	0,3199	10,17
Estado Físico Ignorado	0,0055	0,2691	7,20
Estrangeiro	0,0054	0,1945	3,76

FONTE: A autora (2012)

Considerando as 27 variáveis do conjunto condutores, a variável canônica U_1 explica 19 variáveis, mais de 70%. Em geral, as variáveis que são fortemente correlacionadas informam que os condutores de ambos os sexos, de diferente idades e categorias de CNH, saem ilesos e com lesões leves dos acidentes. Ao interpretar essa variável canônica, assumiu-se o percentual de explicação de 90%. Assim, condutores brasileiros do sexo masculino, idade entre 18 e 48 anos, que dirigiam veículos leves, caracterizam a variável canônica U_1 , nomeando-a Condutor Imprudente, pois veremos na próxima análise, da variável V_1 , que as principais causas dos acidentes são a desatenção e velocidade incompatível. O condutor negligente, segundo o Dallas (2012), é aquele que comete acidentes por excesso de confiança, agindo sem precaução, como, por exemplo, dirigir com velocidade incompatível em período chuvoso.

As variáveis independentes que possuem maiores cargas canônicas são: Brasileiro, Dormindo Não, Sexo Masculino, Sexo Feminino, Estado Físico Ileso, Idade 18

a 28 Anos, Idade 29 a 38 Anos, Idade 39 a 48 Anos e Idade 49 a 58 Anos.

TABELA 27 - RESULTADOS REFERENTES À VARIÁVEL CANÔNICA V_1 - VELOCIDADE INADEQUADA

Variáveis	Coord. de V_1	$Corr(V_1, \text{Acidentes})$	%
Restrição Visibilidade Inexistente	0,0137	0,9924	97,95
Superelevação da Pista Não	1,1359	0,9911	97,71
Superlargura Pista Não	0,0889	0,9910	97,69
Estreitamento da Pista Não Existe	0,2725	0,9896	97,41
Sinalização Horizontal	0,1059	0,9878	97,06
Sinalização Luminosa Inexistente	0,0557	0,9863	96,76
Sinalização Vertical	0,2865	0,9856	96,62
Desnível no Acostamento Não	0,0986	0,9792	95,37
Fase do Dia Pleno Dia	0,1929	0,9777	95,08
Conservação Faixa Bom	0,1386	0,9651	92,64
Conservação Pista Bom	0,0064	0,9634	92,33
Sentido da Via Crescente	0,0346	0,9521	90,17
Sentido da Via Decrescente	0,1283	0,9463	89,07
Fase do Dia Plena Noite	0,1229	0,9378	87,47
Condição Meteorológica Nublado	0,0691	0,9343	86,82
Causa do Acidente Falta de Atenção	0,0421	0,9340	86,76
Conservação Faixa com Erosão	0,0139	0,9292	85,87
Tipo de Acidente Colisão Traseira	0,0564	0,9232	84,76
Pista Dupla	0,0184	0,9227	84,67
Condição da Pista seca	0,0854	0,9224	84,62
Acostamento Pavimentado Não	0,0458	0,9188	83,97
Tipo de Acidente Colisão Lateral	0,0468	0,8930	79,33
Conservação Pista com Erosão	0,0110	0,8891	78,64
Perfil Pista Rampa < 3	0,0260	0,8890	78,60
Condição da Pista molhada	0,0590	0,8812	77,24
Acostamento Não	0,1348	0,8810	77,19
Canteiro Sim	0,0866	0,8741	76,00
Condição Meteorológica Chuva	0,0931	0,8738	75,95
Condição Meteorológica Céu Claro	0,0598	0,8720	75,63
Traçado Pista Reta	0,0182	0,8647	74,39
Causa do Acidente Velocidade Incompatível	0,0050	0,8563	72,93
Perfil Pista em Nível	0,0093	0,8510	72,04
Fase do Dia Anoitecer	0,0144	0,8416	70,44
Acostamento Sim	0,0736	0,8406	70,29
Causa do Acidente Não Guardar Dist. de Segurança	0,0504	0,8349	69,33
Causa do Acidente Defeito Mecânico em Veículo	0,0234	0,8259	67,84
Acostamento Pavimentado Sim	0,0627	0,8180	66,56
Uso do Solo Rural	0,1195	0,8161	66,25
Fase do Dia Amanhecer	0,0326	0,8153	66,12
Causa do Acidente Outras	0,0121	0,8148	66,03

Continua

Variáveis	Coord. de V_1	Conclusão	
		$Corr(V_1, \text{Acidentes})$	%
Tipo de Localidade Não Edificada	0,0153	0,8141	65,93
Obstáculo ao Cruzamento Muro	0,0607	0,8125	65,67
Pista Múltipla	0,0440	0,8065	64,70
Tipo de Acidente Colisão com Objeto Fixo	0,0084	0,8062	64,64
Tipo de Acidente Saída de Pista	0,0490	0,8059	64,60
Condição Meteorológica Sol	0,0403	0,7988	63,47
Perfil Pista Rampa ≥ 3	0,0034	0,7960	63,02
Traçado Pista Curva	0,0021	0,7670	58,52
Conservação Faixa Ruim	0,0126	0,7577	57,10
Condição da Pista Escorregadia	0,0082	0,7572	57,03
Obstáculo ao Cruzamento Não Informado	0,2089	0,7499	55,93
Desnível no Acostamento Sim	0,0463	0,7494	55,86
Tipo de Acidente Capotamento	0,0244	0,7459	55,33
Canteiro Não	0,2027	0,7407	54,56
Condição Meteorológica Nevoeiro/Neblina	0,0060	0,7346	53,67
Restrição Visibilidade poeira/Fumaça/Neblina	0,0055	0,7080	49,85
Estreitamento da Pista Provisão	0,0018	0,6865	46,88
Obstáculo ao Cruzamento Tela	0,0216	0,6678	44,36
Uso do Solo Urbano	0,0142	0,6674	44,31
Obstáculo ao Cruzamento Não Existe	0,0095	0,6226	38,56
Tipo de Localidade Comercial	0,0146	0,5458	29,62
Obstáculo ao Cruzamento Canal	0,0040	0,5046	25,33
Obstáculo ao Cruzamento Meio Fio	0,0174	0,4835	23,25
Pista Simples	0,0164	0,4134	16,99
Conservação Pista Ruim	0,0283	0,4015	16,03
Tipo de Localidade Industrial	0,0030	0,3914	15,24
Condição da Pista em Obra	0,0049	0,3897	15,10
Obstáculo ao Cruzamento Outros	0,0286	0,3393	11,45
Traçado Pista Cruzamento	0,0097	0,3104	9,57
Condição da Pista com Buraco	0,0137	0,2787	7,72
Tipo de Acidente Atropelamento de Animal	0,0026	0,2297	5,24
Causa do Acidente Animais na Pista	0,0002	0,2254	5,05

FONTE: A autora (2012)

Das 62 variáveis independentes do conjunto acidentes-rodovia, a variável canônica U_1 explica 34 variáveis, mais de 70%. A análise dessa variável está bem relacionada com o Fator 1 do Grupo 2 e com a variável canônica U_1 analisada anteriormente. Assim, a variável canônica V_1 será chamada Velocidade Inadequada.

As variáveis com maiores cargas canônicas são: Superelevação da Pista Não, Estreitamento da Pista Não Existe, Sinalização Horizontal, Sinalização Vertical, Des-

nível no Acostamento Não, Fase do Dia Pleno Dia, Conservação Faixa Bom, Fase do Dia Plena Noite, Acostamento Não, Condição Meteorológica Chuva, Uso do Solo Rural, Obstáculo ao Cruzamento Não Informado e Canteiro Não.

Ao substituir os valores das variáveis padronizadas dos conjuntos de dados nas variáveis canônicas, obtém-se os escores canônicos, os quais são representados na Figura 30. Observa-se que os escores canônicos tendem a formar uma reta, como esperava-se pelo resultado da correlação canônica entre as variáveis canônicas U_1 e V_1 , que foi 0,9974.

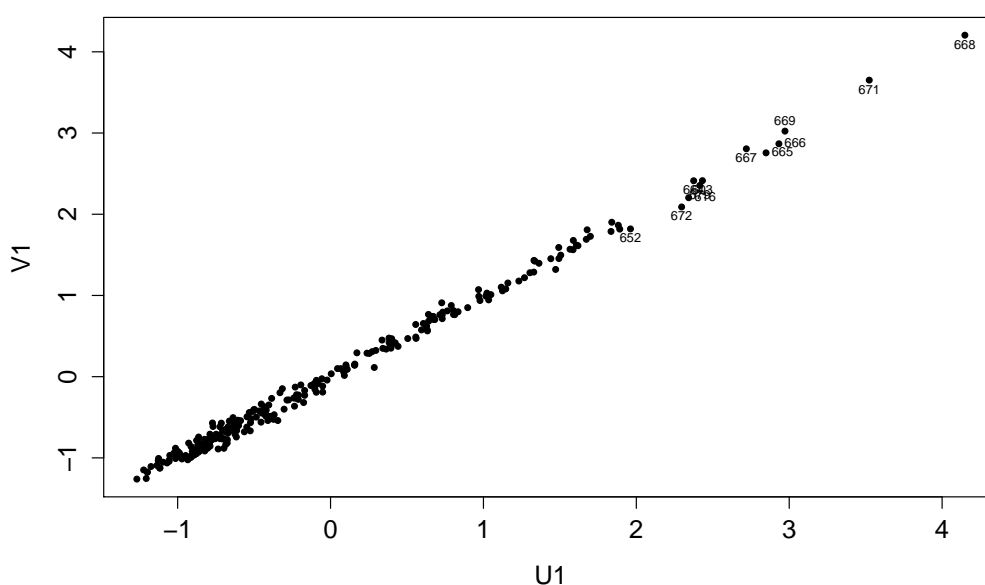


FIGURA 30 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS ESCORES CANÔNICOS DAS VARIÁVEIS U_1 E V_1
 FONTE: A autora (2012)

Observa-se que os quilômetros 668, 671, 669, 666, 665, 667, dentre outros, são os pontos mais distantes dos demais, reforçando a informação de que esses são os quilômetros com maiores incidências de acidentes. Vindo a reforçar os resultados anteriores com relação à esses quilômetros, os quais correspondem a Serra de Guaratuba.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com este trabalho pretendia-se encontrar variáveis latentes que explicassem a relação entre as variáveis relacionadas aos acidentes de trânsito na rodovia BR-376, no período de 01/01/2009 à 30/04/2012, por meio de técnicas estatísticas multivariadas, como a análise fatorial exploratória e a análise de correlação canônica.

A aplicação da análise multivariada permitiu encontrar resultados interessantes com relação ao comportamento dos acidentes de trânsito na rodovia BR-376, resultados estes que podem ser úteis para diminuir a incidência de acidentes de trânsito.

Das análises apresentadas no capítulo anterior, observa-se que a divisão dos dados de acidentes de trânsito na BR-376 foi satisfatória, pois os resultados da análise fatorial exploratória e da análise de correlação canônica mostraram a presença de fatores e variáveis canônicas comuns e não comuns aos dois grupos considerados.

A análise fatorial exploratória foi aplicada apenas ao conjunto de dados referentes à acidentes na rodovia para identificar os principais fatores associados aos acidentes de trânsito nos quilômetros da BR-376 e então analisar, por meio da análise de correlação canônica, a relação das variáveis que constituem os fatores com as variáveis dos conjuntos de dados referentes aos veículos e aos condutores.

Na análise fatorial exploratória, os fatores Perímetro Urbano, Animais Soltos, Má Condição da Pista, Velocidade Inadequada e Manutenção da Pista foram coincidentes tanto no Grupo 1 como no Grupo 2; e na análise de correlação canônica, a variável Fluxo de Veículos também foi comum à ambos os grupos. Por outro lado, foram percebidos na análise fatorial do Grupo 1 os fatores Ultrapassagem Mal-Sucedida e Neblina enquanto que na análise fatorial do Grupo 2, percebeu-se os fatores Retorno e Acesso de Pista e Fuga pelo Acostamento, fatores estes característicos de

cada grupo.

Dos, aproximadamente, 7.613 acidentes de trânsito ocorridos no Grupo 1 da BR-376, os escores fatoriais dos fatores com maior porcentual de explicação mostraram que os quilômetros 174, 175, 176 (Maringá), 345 e 343 (próximo entrada de Ortigueira) são os quilômetros mais perigosos desse grupo. Com relação aos, aproximadamente, 8.049 acidentes de trânsito ocorridos no Grupo 2 da BR-376, os quilômetros mais perigosos indicados pelos escores fatoriais dos fatores 1 e 2 foram os quilômetros 668, 669, 671 (Serra Guaratuba), 599, 601 e 603 (entrada BR-116(A)/476(B) (Curitiba Sul/Pinheirinho)).

Em geral, houve apenas dois fatores relacionados à natureza que influenciam na ocorrência dos acidentes de trânsito, como animais na pista e neblina. Os demais fatores estão associados às características da pista e, em especial, à conduta do condutor. Nas Tabelas 8 e 10 estão indicadas em **negrito** as variáveis mais associadas a cada fator, sendo que as maiores cargas fatoriais foram utilizadas para a interpretação de cada fator. Por meio disso, a PRF pode utilizar estes resultados para tomar providências quanto aos quilômetros mais críticos relacionados a cada fator, indicados anteriormente. Por exemplo, no fator 1 - Perímetro Urbano, do Grupo 1, sugere-se reforçar a sinalização e a fiscalização nas proximidades dos quilômetros 174-183, haja vista que alguns dos maiores carregamentos fatoriais das variáveis foram causa do acidente por falta de atenção e não guardar distância de segurança, durante o dia, em pista seca e reta (em nível) que ocasionaram colisões traseiras e laterais; e no fator 1 - Velocidade Inadequada, do Grupo 2, também sugere-se o reforço da sinalização e da fiscalização nas proximidades dos quilômetros 665-671, pois alguns dos maiores carregamentos fatoriais das variáveis foram causa do acidente velocidade incompatível e defeito mecânico do veículo, condição meteorológica chuva, pista molhada, com pista múltipla, curva e sem acostamento.

A análise de correlação canônica foi utilizada para analisar as relações dos conjuntos de dados referentes aos acidentes na rodovia e aos veículos e, ainda, aci-

dentes na rodovia e condutores. Pode-se verificar que as matrizes de correlação dos conjuntos de variáveis são bem correlacionados, em sua maioria, positivamente.

Considerando os resultados da análise de correlação canônica do Grupo 1, ao analisar os conjuntos de dados acidentes-rodovia e veículos, os pares de variáveis canônicas interpretadas foram, respectivamente, Perímetro Urbano e Fluxo de Veículos e, em relação aos conjuntos de dados acidentes-rodovia e condutores, percebeu-se os pares de variáveis canônicas Perímetro Urbano e Condutor Negligente, ambos os pares com correlações canônicas próximo de 1. Os escores canônicos de ambos os pares de variáveis canônicas indicaram os quilômetros 174, 175, 176, 177, 182 e 183 como os quilômetros mais perigosos em função das variáveis canônicas interpretadas. Esses quilômetros correspondem ao trecho que cruza o perímetro urbano da cidade de Maringá, ligando Maringá à Sarandi, as quais são cidades com perímetros urbanos lado à lado.

Analogamente, ao considerar os resultados da análise de correlação canônica do Grupo 2, os pares de variáveis canônicas interpretados foram Velocidade Inadequada e Fluxo de Veículos para os conjuntos de dados acidentes-rodovia e veículos, e os pares de variáveis canônicas Velocidade Inadequada e Condutor Imprudente para os conjuntos de dados acidentes-rodovia e condutores. Assim como no Grupo 1, as correlações canônicas em ambos os pares de variáveis canônicas foi próximo de 1. Os escores canônicos de ambos os pares de variáveis canônicas indicaram os quilômetros 665, 666, 667, 668, 669 e 671 como os quilômetros mais perigosos em função das variáveis canônicas interpretadas. Tais quilômetros correspondem à Serra de Guaratuba, no município paranaense Tijucas do Sul, divisa com Santa Catarina.

As interpretações foram realizadas observando as maiores correlações das variáveis de cada conjunto com a variável canônica encontrada juntamente com os maiores percentuais de explicação. De modo semelhante aos resultados da análise fatorial exploratória, pode-se utilizar as variáveis mais correlacionadas de cada conjunto de dados com cada par de variável canônica a fim de estudar questões mais

específicas de engenharia de tráfego da rodovia BR-376.

Após as análises, percebeu-se que as análises poderiam ser melhoradas, pois houve variáveis e observações que não puderam ser utilizadas devido a informações faltantes. Para trabalhos futuros nesse assunto, recomenda-se que sejam estudadas técnicas estatísticas para preenchimento de variáveis e de observações faltantes. Como as rodovias se estendem por todo o estado do Paraná, sugere-se a aplicação de técnicas de geoestatística as quais poderiam ser utilizadas para analisar todas as rodovias em nível de estado, pois esta técnica leva em consideração características locais e geográficas. A análise fatorial exploratória é utilizada quando procura-se explorar o dados e suas relações. Assim, sugere-se a utilização de técnicas de modelagem de equações estruturais com variáveis latentes para examinar a relação entre as variáveis que explicitamente permite erros de medida nas próprias variáveis.

REFERÊNCIAS

- BAKKE, H. A.; LEITE, A. S. M.; SILVA, L. B. Estatística multivariada: aplicação da análise fatorial na engenharia de produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, p. 01–14, 2008.
- BALBO, F. A. N. et al. **Análise fatorial aplicada aos dados dos acidentes na BR-277**. SBPO, XLII, p. s/n, 2010.
- BOGO, R. L. et al. **Análise de correlação canônica aplicada ao fluxo de tráfego veicular - estudo de caso da rodovia federal BR-116**. Asociación Argentina de Mecánica Computacional, XXIX, p. 2071-2081, 2010.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. New York: Springer, 2011.
- BRASIL. **Anexos da lei 5917. Plano Nacional de Viação, PNV**. Brasília, 10 set. 1973. Acesso em: 05/01/2013. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/plano-nacional-de-viacao/pnv-lei-5.917/Lei%20PNV%205917-73%20-%20anexo.pdf>>.
- BRASIL. **Lei nº 9.503. Código de Trânsito Brasileiro, CTB**. Brasília, DF, 19 jun. 2008. Acesso em: 15/11/2012. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb.pdf>>.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. Acesso em: 09/09/2012. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviaras>>.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **BR-376**. Acesso em: 08/08/2012. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/3-loc-rodo/loc-rodo/br-376/gbr-376.htm>>.
- CESVIBRASIL. **Prováveis causas dos acidentes**. Acesso em: 27/02/2012. Disponível em: <http://www.cesvibrasil.com.br/seguranca/biblioteca_dados.shtm>.
- CHAVES NETO, A. **Notas de aula de análise multivariada**. Curitiba - PR: UFPR, 2011.
- DALLAS. **Direção defensiva**. Acesso em: 07/12/2012. Disponível em: <<http://autoescoladallas.blogspot.com.br/2009/11/direcao-defensiva.html>>.
- FAVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2011.
- HAIR, J. F. et al. **Applied multivariate statistical analysis**. New York: Prentice Hall, 2009.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis i: artificial data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, v. 21, p. 160–173, 1972.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis ii: real data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, v. 22, p. 21–31, 1973.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. New York: Springer, 2002.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, p. 187–200, 1958.

LANDEIRO, V. L. **Introdução ao uso do programa R**. Acesso em: 20/08/2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55582026/97/Transformacoes-e-padronizacoes-de-dados>>.

LATTIN, J.; CARROL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de dados multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, p. 271–280, 2001.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 1998.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. New York: Academic Press, 1979.

MARQUES, J. M. **Notas de aula de análise multivariada**. Curitiba - PR: UFPR, 2012.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva, 2010.

Organização Mundial de Saúde, OMS. **Ten leading causes of deaths in 2008**. Acesso em: 12/01/2013. Disponível em: <http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/mbd/cod_2008/graph.html>.

PARANÁ. Departamento de Trânsito do Paraná, DETRAN. **Anuário Estatístico 2010**. Acesso em: 12/04/2012. Disponível em: <<http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/anuario/anuario2010.pdf>>.

PARANÁ. Secretaria de Infraestrutura e Logística. **Composição da malha rodoviária estadual**. Acesso em: 27/02/2012. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=186>>.

PROTÁSSIO, T. P. et al. **Análise de correlação canônica entre características da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus**. Scientia Forestalis, 4, p. 317–326, 2012.

RENCHE, A. C. **Methods of multivariate analysis**. New York: Wiley-Interscience, 2002.

RODRIGUES, W. C. **Estatística aplicada**. Acesso em: 20/08/2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/58595185/103/Transformacao-de-Dados>>.

SOARES, L. et al. **Correlações canônicas de características agroindustriais em cana-de-açúcar**. Acta Scientiarum Agronomy, 29, p. 345-349, 2007.

TIMM, N. H. **Applied multivariate analysis**. New York: Springer, 2002.

WASELFISZ, J. J. **Mapa da violência 2012**. Acesso em: 12/01/2013. Disponível em: <http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2012/mapa2012_transito.pdf>.

WATHIER, J. L.; DELLAGLIO, D. D.; BANDEIRA, D. R. Análise fatorial do inventário de depressão infantil (CDI) em amostra de jovens brasileiros. **Psicologia e Sociedade**, v. 7, p. 75–84, 2008.

APÊNDICE – CÓDIGOS E PROGRAMAS UTILIZADOS

```

#-----
# Software R
#-----

#-----
# Importe de planilha (arquivo.xls)

library(gregmisc)
library(RODBC)

planilha <- odbcConnectExcel("arquivo.xls")
acid.rod <- sqlFetch(planilha, "Acidente-Rodovia")
veiculos <- sqlFetch(planilha, "Veículos")
pessoas <- sqlFetch(planilha, "Pessoas")
condutores <- sqlFetch(planilha, "Condutores")
odbcClose(planilha)

#-----
# Excluindo espaços nas células das planilhas importadas

acid.rod <- trim(acid.rod)
veiculos <- trim(veiculos)
pessoas <- trim(pessoas)
condutores <- trim(condutores)

#-----
# Selecionando dados da BR-376

BR376.orig <- subset(acid.rod, subset=acid.rod[,8]==376)

#-----
# Excluindo as observações NAs

BR376.orig <- na.omit(BR376.orig)

#-----
# Excluindo as observações com ""

x <- factor(BR376.orig[,1]); levels(x)
y <- rnorm(length(x))
dados <- data.frame(y=y, x=x, BR376.orig=BR376.orig)

BR376.orig <- subset(dados, !x%in%c("", NA))

```

```

BR376.orig <- BR376.orig[,-c(1:2)]; dim(BR376.orig)

#-----
# Dicotomizando variáveis qualitativas

variavel <- as.data.frame(model.matrix(~-1+BR376.orig[,1]))

#-----
# Normalidade multivariada do conjunto de dados

## Método gráfico

data <- as.matrix(insira_dados)

library(MASS)
n <- nrow(data)
p <- ncol(data)

d.quad <- sort(mahalanobis(data,colMeans(data),cov(data))) # distances

u = matrix(0, n, 1)
for(i in 1:n){
  u[i] = (n*d.quad[i])/(n - 1)^2
}

v = matrix(0, n, 1)
a = (p-2)/(2*p)
b = (n-p-3)/(2*(n-p-1))
for(i in 1:n){
  v[i] = (i - a)/(n-a-b+1)
}

shape1=0.5*p
shape2=0.5*(n-p-1)

qqplot(u,qbeta(v,shape1, shape2),
       main="QQ-Plot Normalidade Multivariada",
       ylab=substitute(nu[i]), xlab=expression(u[i]),
       xlim=c(0,1), ylim=c(0,1))
abline(a=0,b=1, col=2)

## Teste de hipótese para curtose e assimetria

```

```

# Cálculo da matriz g_ij
x.barra = colMeans(data)
S.inv <- ginv(cov(data))
g <- matrix(0, n, n)
for(i in 1:n){
  for(j in 1:n){
    g[i,j] = t(data[i,]-x.barra) %*% S.inv %*% (data[j,]-x.barra)
  }
}
dim(g)

```

```

# Cálculo de b1p
g1 = matrix(0, n, n)
for(i in 1:n){
  for(j in 1:n){
    g1[i,j] = g[i,j]^3
  }
}
b1p = (1/n^2)*sum(g1); b1p

```

```

# Cálculo de b2p
g2 = matrix(0, n, n)
for(i in 1:n){
  g2[i,i] = g[i,i]^2
}
b2p = (1/n)*sum(g2); b2p

```

```

# Cálculo de z1
z1 = ((p+1)*(n+1)*(n+3))/(6*((n+1)*(p+1)-6))*b1p; z1
df1 = 1/6*p*(p+1)*(p+2); df1
chi.alp <- qchisq(0.05, df1); chi.alp
z1 >= chi.alp # rejeita se TRUE

```

```

# lim superior: Cálculo de z2
z2 = (b2p - p*(p+2))/sqrt(8*p*(p+2)/n); z2
n2.alp <- qnorm(0.025, 0, 1, lower.tail = F); n2.alp
z2 > n2.alp # rejeita se TRUE

```

```

# lim inferior (50 <= n <= 400): Cálculo de z3
z3 = (b2p-(p*(p+2)*(n+p+1)/n))/sqrt(8*p*(p+2)/(n-1)); z3
n3.alp <- qnorm(0.025, 0, 1, lower.tail = T); n3.alp
z3 < n3.alp # rejeita se TRUE

```

```

# lim inferior (n > 400): Cálculo de z2
z2 = (b2p - p*(p+2))/sqrt(8*p*(p+2)/n); z2
n3.alp <- qnorm(0.025, 0, 1, lower.tail = T); n3.alp

#-----
# Teste de Bartlett

# entrar com matriz de dados

teste.bartlett <- function(x){
  R <- cor(x)
  n <- nrow(x)
  p <- ncol(x)
  # Encontrando o valor T
  T <- -log(det(R))*((n-1)-1/6*(2*p+5))
# Verificando hipóteses H0 e H1
  ni <- 0.5 * ncol(R)*(ncol(R)-1)
  pvalor <- pchisq(T, ni, lower.tail = F)
  return(list(n=n, p=p, T=T, ni=ni,pvalor=pvalor))
}

#-----
# Medida de Adequabilidade da Amostra (MSA)

# inserir matriz de correlação

KMO <- function(R){
  library(MASS)
  # Q = DR-1D
  # Encontrando a matriz D
  R.inv <- ginv(R); R.inv
  vetor <- c(seq(0,0,ncol(R.inv)))
  R.inv.diag <- matrix(vetor, nrow(R.inv), ncol(R.inv))
  for(i in 1:nrow(R.inv)){
    for(j in 1:ncol(R.inv)){
      if(j==i){
        R.inv.diag[i,j]=R.inv[i,j]}
    }
  }

  D <- solve(sqrt(R.inv.diag))
  Q <- D%*%R.inv%*%D

  vetor <- c(seq(0,0,length=length(R.inv)))
  soma.1 <- matrix(vetor, nrow(R), ncol(R.inv))

```

```

for(i in 1:nrow(R)){
  for(j in 1:ncol(R)){
    if(i!=j) soma.1[i,j]=(R[i,j])^2
  }
}
soma.1 <- soma.1; soma.1
sum(soma.1)

vetor <- c(seq(0,0,length=length(Q)))
soma.2 <- matrix(vetor, nrow(Q), ncol(Q))
for(i in 1:nrow(Q)){
  for(j in 1:ncol(Q)){
    if(i!=j) soma.2[i,j]=(Q[i,j])^2
  }
}
soma.2 <- soma.2; soma.2
sum(soma.2)
KMO = sum(soma.1)/(sum(soma.1)+sum(soma.2))
return(KMO)}

#-----
# Porcentual de explicação das componentes principais

# inserir matriz de correlação
porc.explic <- function(x){
  autovalor.autovetor <- as.data.frame(eigen(x))
  var.porc = autovalor.autovetor$values / sum(autovalor.autovetor$values)*100
  var.acum = cumsum(var.porc)
  porc.explic <- round(data.frame(values = autovalor.autovetor$values,
                                var.porc = var.porc, var.acum = var.acum), 4)
  return(porc.explic)}

#-----
# TRANSFORMAÇÃO DE VARIÁVEIS: MÉTODO DE HELLINGER

# soma todas as colunas,
# divide cada elemento da coluna pela soma da respectiva coluna
# e retira a raiz quadrada

library(vegan)
dados <- sqrt(decostand(dados, "total", MARGIN = 2))

#-----
# Métodos de exclusão de variáveis

## Método (A2)

```

```

y # é o vetor frequência de acidentes em cada quilômetro

y.fit <- glm(y ~ ., data=BR376, family=poisson()) #poisson: dados de contagem
yy.fit.step <- stepAIC(y.fit, trace = F, direction = c("backward"))
summary(y.fit.step)
plot(y.fit.step)

## Método (B1)

x <- cor(dados)
v <- as.data.frame(eigen(x))
n <- dim(x)[2]

while(sum(v[,1]<=0.0000001)!=0){
  var <- max(abs(v[n+1]))
  BR376.g1 <- dados[,-which(abs(v[n+1]) == var)]
  x <- cor(dados)
  n <- dim(x)[2]
  v <- as.data.frame(eigen(x))
}
dim(dados)
sum(svd(x)$d>0.0000001) # posto

## Método (B2)

x <- cor(dados)

valor = 0.7

v <- as.data.frame(eigen(x))
t <- NULL
m <- sum(v[,1] > valor)
i <- m-1
teste <- t(as.matrix(apply(abs(v[,c(2:ncol(v))]), 2, max)))
for(n in m:(nrow(v)-1)){
  t[n-i] <- which(abs(v[, (n+2)]) == c(seq(teste[1, (n+1)], teste[1, (n+1)],
    length = nrow(v))), arr.ind=TRUE)
}
t <- as.vector(t)
length(t)

dados <- dados[,-t]

```



```

## Método (B4)

x <- cor(dados)

valor = 0.00000001

v <- as.data.frame(eigen(x))
ext.var <- function(v){
  t <- NULL
  m <- sum(v[,1] > valor);m
  teste <- t(as.matrix(apply(abs(v[,c(2:ncol(v))])), 2, max)));teste
  for(n in 1:m){
    t[n] <- which(abs(v[,n+1]) == c(seq(teste[1,(n)],teste[1,(n)],
      length = nrow(v))), arr.ind=TRUE)
  }
  t <- as.vector(t)
  return(t)
}
var.mod <- ext.var(v)

dados <- dados[,c(var.mod)]

#-----
# Análise fatorial exploratória

# inserir matriz de correlação
analise.fatorial <- function(x){
  autovalor.autovetor <- eigen(x)
  C <- autovalor.autovetor$vectors
  V <- as.matrix((diag(autovalor.autovetor$values)))
  MRQ <- sqrt(V)
  L <- C[,c(1:k)] %*% MRQ[c(1:k),c(1:k)]
  sig.tot <- vector(mode = "numeric", length = k)
  sig.tot <- sign(colSums(L))
  sig.tot[sig.tot == 0] <- 1
  L <- L %*% diag(sig.tot)
  h.quad <- matrix(0, nrow(L), 1)
  for(i in 1:nrow(L)) h.quad[i] = t(L[i,1:k])%*%L[i,1:k]
  var.esp <- matrix(1, nrow(L), 1) - h.quad
  rot.varimax <- varimax(L, normalize = T)
  analise.fatorial <- round(data.frame(Com = h.quad, Var.Esp = var.esp,
    load.rot = rot.varimax$loadings[,1:k]),5)
  return(analise.fatorial)}

# Número de autovalores maior ou igual a 1

```

```

k <- sum(porc.explic$values >= 0.99999); k

#Verifica quais variáveis possuem variância específica maior que 0.30
corte <- which(AFE.g1$Var.Esp >= 0.299999)

AFE <- analise.fatorial(R)

fator = matrix(0,nrow(AFE),1)
max=matrix(0,nrow(AFE),1)
for(j in 1:nrow(AFE)){
  max[j] = max(abs(AFE[j,3:(k+2)]))
  for(i in 3:(k+2)){
    if(abs(AFE[j,i]) == max[j]) fator[j] = i-2
  }
}

nomes <- as.vector(names(dados))
saida <- as.data.frame(cbind(nomes, AFE, fator))

#-----
# Análise da matriz de resíduos e escores fatoriais

# inserir matriz de dados após a análise fatorial e o número de fatores

erros.e.scores <- function(x, k){
  autovalor.autovetor <- eigen(cor(x))
  C <- autovalor.autovetor$vectors
  V <- as.matrix((diag(autovalor.autovetor$values)))
  MRQ <- sqrt(V)
  L <- C[,c(1:k)] %*% MRQ[c(1:k),c(1:k)]
  h.quad <- matrix(0, nrow(L), 1)
  for(i in 1:nrow(L)) h.quad[i] = t(L[i,1:k]) %*% L[i,1:k]
  var.esp <- matrix(1, nrow(L), 1) - h.quad
  residuo.a <- x - L %*% t(L) - diag(as.numeric(var.esp))
  rot.varimax <- varimax(L, normalize = T)

  EM = matrix(0,nrow(residuo.a),nrow(residuo.a))
  for(i in 1:nrow(residuo.a)){
    for(j in 1:ncol(residuo.a)){
      if(j > i) {EM[i,j] = residuo.a[i,j]}}
  }

  EM=1/((((nrow(residuo.a))^2)-nrow(residuo.a))/2)*sum(EM)

  REQM = matrix(0,nrow(residuo.a),nrow(residuo.a))
  for(i in 1:nrow(residuo.a)){
    for(j in 1:ncol(residuo.a)){

```

```

REQM[i,j] = (EM[i,j])^2}}

REQM = sqrt(1/(((nrow(residuo.a))^2)-nrow(residuo.a))/2)*sum(REQM))

er <- data.frame(EM,REQM)

library(MASS)
scores <- t(ginv(t(a)%*% solve(diag(as.numeric(var.esp))) %*% a) %*% t(a) %*%
            solve(diag(as.numeric(var.esp))) %*% t(scale(x))))

return(list(er, scores))}

#-----
# Correlação canônica

# Informe XX e YY
XX <- dados1
YY <- dados2

# Início da Correlação canônica
X <- cbind(XX, YY); dim(X)

## matriz de Correlação Cruzada

R.cruz <- cor(X)
R.XX <- R.cruz[1:ncol(XX),1:ncol(XX)]
R.YY <- R.cruz[(ncol(XX)+1):ncol(X),(ncol(XX)+1):ncol(X)]
R.YX <- R.cruz[(ncol(XX)+1):ncol(X),1:ncol(XX)]
R.XY <- t(R.YX)

## Cálculo de autovalores e autovetores

# matriz Raiz Quadrada XX
a <- eigen(R.XX)
Pa <- a$vectors
lambda.a <- sqrt(diag(a$values))
R.XX.r.q <- Pa %*% lambda.a %*% t(Pa)

# matriz Raiz Quadrada YY
b <- eigen(R.YY)
Pb <- b$vectors
lambda.b <- sqrt(diag(b$values))
R.YY.r.q <- Pb %*% lambda.b %*% t(Pb)

# Calculando matriz originará os autovalores e autovetores

```

```

library(MASS)
R.XX.r.q.inv <- ginv(R.XX.r.q)
R.YY.r.q.inv <- ginv(R.YY.r.q)
R.YY.inv <- ginv(R.YY)
R.XX.inv <- ginv(R.XX)

mat.can.e <- R.XX.r.q.inv %*% R.XY %*% R.YY.inv %*% R.YX %*% R.XX.r.q.inv
val.vect.e <- eigen(mat.can.e)

mat.can.f <- R.YY.r.q.inv %*% R.YX %*% R.XX.inv %*% R.XY %*% R.YY.r.q.inv
val.vect.f <- eigen(mat.can.f)

## Cálculo das Variáveis canônicas (na verdade, são os valores de a e b)
U <- t(t(val.vect.e$vectors) %*% R.XX.r.q.inv)
V <- t(t(val.vect.f$vectors) %*% R.YY.r.q.inv)

rownames(U) = colnames(XX)
rownames(V) = colnames(YY)

# Teste-F de Rao sobre o Lambda de Wilks

n <- dim(X)[1]
p <- ncol(YY)
q <- ncol(XX)
w <- (n - 1/2 * (p + q + 3))

teste.cor.can <- function(val.vect.e){
  values <- val.vect.e$values
  dif <- 1 - values
  lamb <- cbind(NULL)
  for(i in 1:q){
    lamb <-cbind(lamb, prod(dif[i:q]))
  }
  d1<-cbind(NULL)
  d2<-cbind(NULL)
  valor.F<-cbind(NULL)
  for (i in 1:q){
    if(p*q > 2) {t <- sqrt(((p^2)*(q^2) - 4)/((p^2) + (q^2) - 5))}
    else{t = 1}
    df1<-p*q
    d1<-cbind(d1,df1)
    df2<-w*t-p*q/2+1
    d2<-cbind(d2,df2)
    valor.F<-cbind(valor.F,(1-(lamb[i]^(1/t)))/(lamb[i]^(1/t)) * (df2 / df1))
  }
  p<-p-1
}

```

```

    q<-q-1
  }
  pv<-round(pf(valor.F,d1,d2,lower.tail=FALSE),5)
  tabela<-cbind(as.matrix(sqrt(val.vect.e$values[c(1:ncol(XX))])),
t(lamb),t(valor.F),t(d1),t(d2),t(pv))
  colnames(tabela)<-c("Correlação","WilksL","F","df1","df2","p")
  rownames(tabela)<-c(seq(1:length(lamb)))
return(tabela)}

# Cálculo das correlações cor(U,X), cor(V,Y) e correlações cruzadas

# A correlação está na coluna
corr.U.Z.XX <- t(t(U) %*% R.XX)

corr.U.Z.YY <- t(t(U) %*% R.XY)

corr.V.Z.YY <- t(t(V) %*% R.YY)

corr.V.Z.XX <- t(t(V) %*% R.YX)

# Análise de redundância

PVTE.U = matrix(0,ncol(XX), 1)
for(i in 1:ncol(XX)){
y=(corr.U.Z.XX[,i])^2}
sum1=sum(y)
PVTE.U[i] =1/ncol(XX)*sum1*100
}

PVTE.V = matrix(0,ncol(YY), 1)
for(i in 1:ncol(YY)){
y=(corr.V.Z.YY[,i])^2}
sum2=sum(y)
PVTE.V[i] =1/ncol(YY)*sum2*100
}

# Padronização dos dados
Z.XX <- scale(XX)
Z.YY <- scale(YY)

# Representação gráfica dos escores canônicos
scorex.1 <- t(U[,1]) %*% t(Z.XX)
scorey.1 <- t(V[,1]) %*% t(Z.YY)

plot(scorey.1~scorex.1, pch=20, xlab="U1", ylab="V1")

```

```

#-----
# Software Matlab
#-----

# Métodos de Exclusão de variáveis (C1) e (C2) - em Matlab

function AGRUPAMENTO = cluster_a(X)
disp(' ')
disp(' *****')
disp(' *          ESCOLHA DA DISTÂNCIA UTILIZADA          *')
disp(' *****')
disp(' * DISTÂNCIA EUCLIDIANA .....1          *')
disp(' * QUADRADO DA DISTÂNCIA EUCLIDIANA .....2          *')
disp(' * DISTÂNCIA CITYBLOCK .....3          *')
disp(' * DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS .....4          *')
disp(' * DISTÂNCIA DE MINKOWSKI .....5          *')
disp(' * DISTÂNCIA PELA MATRIZ DE CORRELAÇÃO.....6          *')
disp(' *****')
disp(' ')
C = input(' ENTRE COM A DISTÂNCIA DESEJADA: 1, 2, 3, 4 OU 5, C = ');
disp(' ')
%Calcula a matriz de distâncias
if C == 1
    Y = pdist(X, 'euclid');
elseif C == 2
    Y = pdist(X, 'seuclid');
elseif C == 3
    Y = pdist(X, 'cityblock');
elseif C == 4
    Y = pdist(X, 'mahal');
elseif C == 5
    Y = pdist(X, 'minkowski');
elseif C == 6
    Y = pdist(X, 'correlation');
else
    disp('Erro! Não existe opção indicada!')
end

%transforma o vetor Y numa matriz de distâncias
D = squareform(Y);
%Escolha do tipo de ligação
disp(' ')
disp(' *****')
disp(' *          ESCOLHA O MÉTODO DE LIGAÇÃO          *')
disp(' *****')
disp(' * LIGAÇÃO SIMPLES .....1          *')
disp(' * LIGAÇÃO COMPLETA .....2          *')

```

```

disp('      * LIGAÇÃO MÉDIA .....3      *')
disp('      * MÉTODO DO CENTRÓIDE .....4      *')
disp('      * MÉTODO DE WARD .....5      *')
disp('      * MÉTODO DA MEDIANA .....6      *')
disp('      *****')
disp(' ')
C1 = input('ENTRE COM O MÉTODO DE LIGAÇÃO DESEJADO: 1, 2, 3, 4 OU 5, C = ');
disp(' ')
if C1 == 1
    Z = linkage(Y, 'single');
elseif C1 == 2
    Z = linkage(Y, 'complete');
elseif C1 == 3
    Z = linkage(Y, 'average');
elseif C1 == 4
    Z = linkage(Y, 'centroid');
elseif C1 == 5
    Z = linkage(Y, 'ward');
elseif C1 == 6
    Z = linkage(Y, 'median');
else
    disp('Erro! Não existe opção indicada!')
end
Z
[n p]=size(Z);
figure(1)
plot(1:n,Z(:,3),'r.','markersize',10);
grid
figure(2)
T = dendrogram(Z,200,'colorthreshold','default');
pause

%Constrói conjuntos de clusters a partir das ligações
n1 = input('Entre com o número de clusters que deseja formar: ');
K = cluster(Z,'maxclust',n1);
[P P1] = sort(K);
AGRUPAMENTO = [P P1]

%Avaliação do agrupamento
disp(' ')
disp(' ')
disp(' Coeficiente de correlação cofenética')
c = cophenet(Z, Y)

```

**ANEXO – MANUAL DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA POLÍCIA
RODOVIÁRIA FEDERAL**

MANUAL DE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Atendimento de Acidentes de Trânsito

Anexo I da Instrução Normativa nº 007, de 05 de outubro de 2009

ÍNDICE

Introdução.....	pg. 01
Capítulo I – Definições.....	pg. 02
Capítulo II – Tipos de Acidentes.....	pg. 04
Capítulo III – Fatores Contribuintes (Causa Presumível).....	pg. 07
Capítulo IV – Classificação dos Danos Decorrentes de Acidentes.....	pg. 10
Capítulo V – Estado Físico dos Envolvidos.....	pg. 10
Capítulo VI – Atendimento do Acidente.....	pg. 13
Capítulo VII – Sinalização do Local de Acidente.....	pg. 16
Capítulo VIII – Isolamento do Local de Acidente.....	pg. 20
Capítulo IX – Levantamento de Sítio.....	pg. 20
Capítulo X - Elaboração de Croqui.....	pg. 22
Capítulo XI – Amarração.....	pg. 24
Capítulo XII - Elaboração de Narrativa	pg.27
Capítulo XIII – Declaração de Acidente de Trânsito – DAT.....	pg. 28
Capítulo XIV – Orientações para o preenchimento do Boletim de Acidente de Trânsito – BAT.....	pg. 29
Capítulo XV – Considerações Finais.....	pg.74
Referências Bibliográficas.....	pg.74

Introdução

O Departamento de Polícia Rodoviária Federal, em busca de melhorar a qualidade do atendimento a acidentes nas estradas e rodovias federais, bem como seus devidos registros, elaborou o presente manual que tem por finalidade padronizar e sistematizar tais procedimentos em âmbito interno, cumprindo as disposições previstas no Decreto Nº 1.655, de 03 de outubro de 1995, na Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 – CTB e demais regulamentações específicas.

Os atendimentos a acidentes ocorridos nas estradas e rodovias federais deverão

obedecer às orientações previstas neste manual.

I – Definições

Para os efeitos deste Manual, são adotadas as definições da lei nº 9.503/97 – Código Brasileiro de Trânsito – CTB e demais legislações pertinentes.

TRÂNSITO:

–“Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga”.

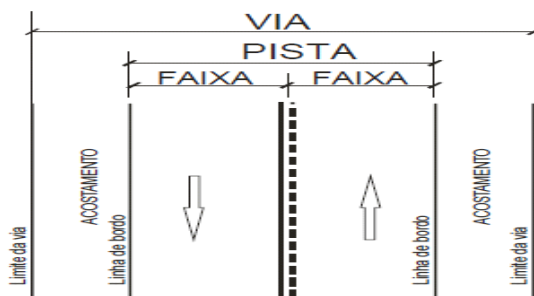
–“Trânsito: Movimentação e imobilização de veículos, pessoas e animais nas vias terrestres”.

TRÁFEGO:

–“Movimento de deslocamento de pedestre, veículo ou animal, sobre via terrestre, em missão de transporte ou deslocamento, considerando cada unidade de “per si”, ou seu conjunto em um determinado ponto ou via”.

VIA:

–“São vias terrestres urbanas e rurais as ruas, as avenidas, os logradouros, os caminhos, as passagens, as estradas e as rodovias, que terão seu uso regulamentado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre elas, de acordo com as peculiaridades locais e as circunstâncias especiais, incluindo-se no mesmo conceito as praias abertas à circulação pública, as vias internas pertencentes aos condomínios constituídos por unidades autônomas, superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo assim a pista, a calçada, o acostamento, a ilha e o canteiro central”.



ESTRADA:

1)Via rural não pavimentada.

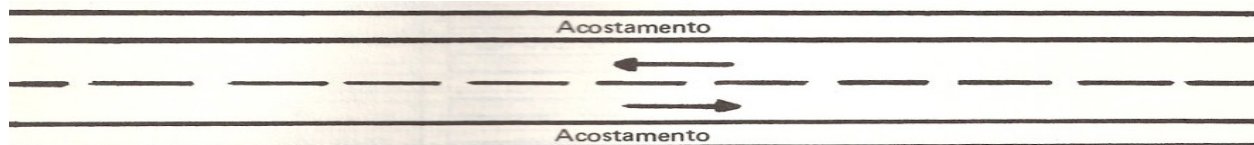
RODOVIA:

1)Via rural pavimentada.

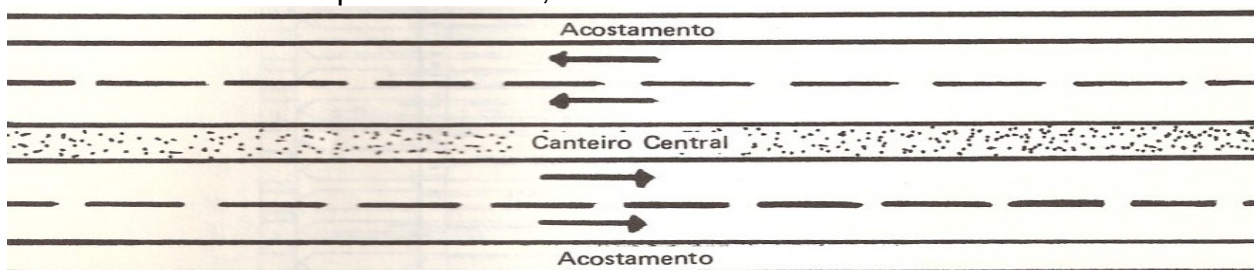
PISTA:

–Parte da via normalmente utilizada para a circulação de veículos, identificada por elementos separadores ou por diferença de nível em relação às calçadas, ilhas ou aos canteiros centrais.

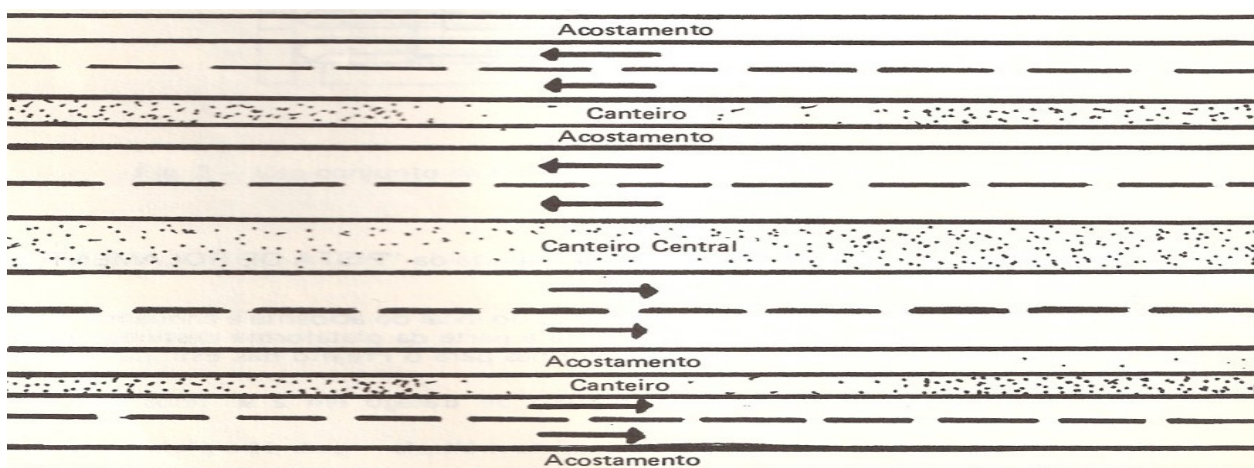
Pista Simples: Quando não houver separadores físicos entre as faixas de rolamento, seja em via de mão única ou dupla;



Pista Dupla: Quando houver duas pistas separadas por defesa, canteiro ou outro elemento físico, que impeça ou dificulte a transposição, independentemente dos sentidos estabelecidos para o trânsito;



Pista múltipla: Quando houver mais de um separador entre as pistas de rolamento. Não são consideradas como pistas duplas aquelas separadas por rios, por canteiros extremamente largos e outros casos em que as mãos de direção contrárias se afastam totalmente.



FAIXAS DE TRÂNSITO:

–Qualquer uma das áreas longitudinais em que a pista pode ser subdividida, sinalizada ou não por marcas viárias longitudinais, que tenham uma largura suficiente para permitir a circulação de veículos automotores.

ACOSTAMENTO:

–Parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento

de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim.

UNIDADES DE TRÁFEGO:

–São assim considerados todos os veículos automotores (caminhões, automóveis, motocicletas, ônibus), os de tração animal (carroças), os de tração ou propulsão humana (bicicletas), pedestres, animais de porte arrebanhados ou montados.

ACIDENTE DE TRÂNSITO:

1)Segundo a NBR 10697/1989 – ABNT, acidente de trânsito é todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes esteja em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública.

2)Acidente de trânsito é todo acontecimento que resulte em danos pessoais e/ou materiais, para cuja ocorrência tenha contribuído um ou mais veículos em circulação na via pública, podendo o veículo ser motorizado ou não.

Obs.: Uma sequência de eventos pode se constituir num só acidente. Por exemplo: a colisão de diversos veículos seguidos, como consequência da súbita freada do primeiro veículo da fila. Se, no entanto, após a múltipla colisão, o local estiver interditado, e um outro veículo se chocar/colidir com os veículos já acidentados, um novo acidente terá ocorrido e um novo Boletim deverá ser confeccionado, fazendo referência ao primeiro evento.

Talude: Terreno inclinado. Superfície inclinada (aterro ou escavação). Inclinação da superfície de um terreno, do solo em uma escavação ou aterro. Superfície definida pela área de acabamento de um corte ou aterro, formando um ângulo com o plano vertical, que é medido pela tangente deste ângulo.

Obs.: As definições por ora apresentadas são as mais utilizadas na atividade diária do Policial Rodoviário Federal. Outros conceitos serão abordados nas orientações para o preenchimento do Boletim de Acidente de Trânsito – BAT.

II – Tipos de Acidentes

O tipo será determinado conforme a dinâmica do acidente. O policial deverá colher todas as informações referentes ao caso: as diretamente acessíveis no local, as recebidas dos participantes e das testemunhas, se houver, e as decorrentes dos vestígios materiais encontrados (marcas de pneumáticos, fragmentos móveis desprendidos das carrocerias dos veículos, etc.). Ele deverá também observar detalhadamente as sedes de impacto das unidades de tráfego envolvidas. Atenção para a conformação dos danos (danos compatíveis – 3ª Lei de Newton – Ação e Reação “Todo contato deixa marcas”) e orientação das avarias, quanto às direções longitudinal e transversal (Ex.: Imaginemos um acidente do tipo colisão transversal, em que dois

veículos V1 e V2, em movimento, transitando em direções perpendiculares venham a colidir em um cruzamento da seguinte forma: V1 atinge com sua frente a lateral esquerda do V2. Ao analisar a orientação dos danos, perceberemos que no V1 os danos serão orientados da frente para a traseira e da direita para a esquerda, enquanto que no V2 os danos serão orientados da esquerda para a direita e da frente para a traseira.

Nos casos dos acidentes cujas dinâmicas envolvam vários outros tipos de acidentes, selecionar o primeiro evento e detalhar na narrativa toda a sua dinâmica. Ex: Saída de pista seguida de capotamento e colisão com objeto fixo. Selecione saída de pista.

Atropelamento de Animal:

–Tipo de acidente no qual há impacto entre veículo(s) em movimento e um ou mais animais.

Atropelamento de Pessoa:

–Tipo de acidente no qual há impacto entre veículo(s) em movimento e uma ou mais pessoas.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do pedestre atropelado (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão). Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município “A”, no km “b” da BR “c”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas que, na tentativa de cruzar a pista, o pedestre foi atropelado pelo V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, sendo projetado x metros do ponto provável de impacto, imobilizando-se deitado em decúbito dorsal, conforme croqui”.

Capotamento:

–Tipo de acidente em que o veículo dá um giro sobre si, em qualquer sentido, em um ângulo igual ou maior a 180°, imobilizando-se em qualquer posição.

Obs.: Por ser representado no plano, o croqui não possibilita identificar se o veículo capotado imobilizou-se apoiado sobre suas rodas, sobre seu teto, sobre sua lateral direita ou esquerda ou ainda sobre sua frente ou traseira. Portanto, a situação deve ser informada na narrativa. Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município A, no km “b” da BR “c”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas, que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, após desviar de irregularidades no pavimento (buracos), perdeu o controle, vindo a capotar, imobilizando-se apoiado sobre o seu teto, conforme croqui”.

Colisão Transversal:

–Tipo de acidente em que a colisão ocorre transversalmente, quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente.

Colisão com Bicicleta:

–Aquele em que há colisão envolvendo bicicleta. Pessoa empurrando a bicicleta equipara-se a pedestre.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do ocupante da bicicleta (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão).

Colisão com Objeto Fixo:

–Tipo de acidente no qual há impacto de um veículo em movimento, para frente ou para a trás, contra qualquer obstáculo fixo. Exemplo: ponte, árvore, muro, prédio ou outro veículo estacionado.

Colisão com Objeto Móvel:

–Aquele em que há o impacto de um veículo em movimento, para frente ou para a trás, contra qualquer obstáculo em movimento (exceto outro(s) veículo(s)). Exemplo: pneu que se desprende de um veículo e enquanto estiver em movimento colide em outro veículo; pedra rolando e etc.

Colisão Frontal:

–Tipo de acidente que ocorre quando os veículos transitando na mesma direção, porém, em sentidos opostos, sofrerem impactos em qualquer de suas partes, pois o que determina esse tipo de colisão são os vetores direcionais de forças que atuam no impacto.

Obs.: É possível que a colisão ocorra entre veículos transitando na mesma direção e sentidos opostos sem que a interação física entre eles ocorra frente contra frente. Exemplo: Numa pista simples de mão-dupla, dois veículos (V1 e V2) trafegam em sentido contrários, imediatamente antes da colisão, V1 aquaplaneia (mantendo sua quantidade de movimento $Q=m.v$ na mesma direção e sentido), rodando na pista, indo ao encontro do outro veículo, colidindo sua lateral direita com a frente do V2. Ressalta-se que tal dinâmica diferencia-se do tipo colisão transversal, que ocorre quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente. Para melhor entendimento, a dinâmica do acidente deverá ser detalhada na narrativa.

Colisão Lateral:

–Tipo de acidente que ocorre quando os veículos em movimento na mesma direção, mesmo sentido ou em sentidos opostos colidem as suas laterais simultaneamente.

Colisão Traseira:

–Tipo de Acidente que ocorre quando os veículos transitando na mesma direção e sentido sofrerem o impacto causado pela colisão na traseira de um deles. O impacto de um veículo parado momentaneamente por circunstâncias do tráfego não configurará colisão com objeto fixo, e sim colisão traseira.

Danos Eventuais:

–Acidentes que envolvam situações atípicas. Ex.: soterramento, submersão, queda de poste ou árvores sobre o veículo e etc.

Derramamento de Carga:

–Tipo de acidente em que ocorre a queda ou derramamento da carga do veículo

transportador, com prejuízo de ordem material e/ou pessoal.

Incêndio:

–Tipo de acidente em que o veículo, parado ou em movimento, se incendeia involuntariamente, sem que tenha como origem outro acidente.

Queda de Motocicleta/Bicicleta/Veículo:

–Tipo de acidente em que ocorre a queda de ocupantes do veículo.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do ocupante do veículo (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão).

Saída de Pista:

–Tipo de acidente no qual um veículo sai do leito da pista, provocando danos materiais ao próprio veículo, a terceiros e/ou pessoais. Nas rodovias dotadas de acostamento, considera-se o ponto de saída de pista o limite externo do acostamento.

Tombamento:

–Tipo de acidente em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se ou não sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira.

Obs.: Por ser representado no plano, o croqui não possibilita identificar se o veículo tombado imobilizou-se apoiado sobre suas rodas, lateral direita/esquerda ou frente/traseira. A situação, portanto, deve ser informada na narrativa. Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município A, no km “B” da BR “C”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas, que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, após desviar de irregularidades no pavimento (buracos), perdeu o controle, vindo a tombar, imobilizando-se apoiado sobre sua lateral direita, conforme croqui”.

III – Fatores Contribuintes (Causa Presumível)

Vários são os fatores que podem contribuir para a ocorrência de um acidente de trânsito. Isoladamente, os fatores geradores de acidentes podem ser subdivididos em quatro grupos:

Fator humano:

–Quando o comportamento do homem como pedestre, condutor ou outra condição, contribui para a ocorrência do acidente. Refere-se à educação e preparo do cidadão para o trânsito, suas condições físicas e psicológicas e sua capacidade de julgamento;

Fator veículo:

–Quando falha mecânica/elétrica no veículo contribui para a ocorrência do acidente, sem que tenha havido negligência na manutenção ou fabricação. Refere-se às condições de manutenção, conservação e desempenho do veículo e equipamentos integrantes (de segurança, potência, aerodinâmica, estabilidade, etc);

Fator via:

–Quando uma deficiência na via ou sua sinalização contribui para a ocorrência do

acidente. Refere-se às características físicas da via. É o principal fator de atuação da engenharia, incluindo aspectos da geometria, sinalização, regulamentação e uso da via, bem como da pavimentação e condições de tráfego;

Fator meio ambiente:

–Quando fatores do meio ambiente ou da natureza prejudicam a segurança do trânsito, contribuindo para a ocorrência do acidente. Refere-se à ocorrência de fenômenos naturais relacionadas às condições meteorológicas, visibilidade, etc.

CAUSA PRESUMÍVEL:

–Define-se como *causa presumível* do acidente o fator determinante para o sinistro. Aquele fator sem o qual o acidente não ocorreria, podendo ser falha do veículo, da pista, do condutor ou fatores ambientais.

Animais na pista:

–A causa presumível será *animal na pista* nos casos de acidente em que pelas circunstâncias conclui-se que ele não teria ocorrido caso não houvesse animal na pista. Pode ser do tipo atropelamento do animal ou então sem atropelamento quando o condutor faz uma manobra evasiva e acaba se envolvendo em acidente de outro tipo. Deve-se observar as circunstâncias (animais soltos à margem da pista), bem como as declarações dos participantes e testemunhas. Atentar para a devida identificação (marcas, pelagem, características, etc.) e fazer os devidos registros no BAT.

Defeito mecânico em veículo:

–A causa presumível será *defeito mecânico (ou elétrico)* quando ficar constatado que a falha mecânica ou elétrica teve supremacia sobre os outros fatores para a ocorrência do acidente. Ex: roda que se soltou do veículo, quebra da barra de direção, incêndio, etc.

Defeito na via:

–A causa presumível será *defeito na via* quando o acidente tiver como fator determinante aspectos relacionados ao estado de conservação da via e sua estrutura como, por exemplo, retornos mal elaborados, curvas sem inclinações adequadas, buracos, composição do pavimento, etc.

Desobediência à sinalização:

–A causa presumível será *desobediência à sinalização* quando ficar apurado que o acidente não teria ocorrido caso o condutor tivesse obedecido à sinalização existente. Para isso, faz-se necessária a existência física de tal sinalização no local e que realmente fique comprovado, através de equipamentos e/ou testemunhas, o desrespeito a ela, ou ainda, que o policial tenha observado o ato.

Dormindo:

–A causa presumível será *dormindo* quando ficar comprovada tal condição pela

dinâmica do acidente e/ou por declaração do próprio condutor assumindo essa condição, ou de pessoas que tenham testemunhado a situação, ou ainda por indícios relacionados ao espaço de tempo em que o motorista esteja dirigindo e/ou substâncias de que fez uso. Ex: saída de pista sem indícios de reação por parte do condutor.

Falta de atenção:

–A causa presumível será *falta de atenção* quando se chegar a tal conclusão, pela inexistência ou falta de supremacia de outras causas que poderiam levar à ocorrência do acidente. Decorre do comportamento desatento em razão de fatores distrativos ou não, que o levem à percepção retardada do perigo. Por exemplo: falar ao celular, manusear equipamentos, conversar com passageiros, não observar os retrovisores, não sinalizar manobras de mudança de direção, errar percurso, realizar manobras inadequadas, manusear erroneamente o veículo, etc.

Ingestão de álcool:

–A causa presumível será *ingestão de álcool* sempre que o condutor apresentar tais indícios, sendo comprovada através de odores, halitose etílica, postura, movimentos, comportamento e outros, independentemente de testes, e que essa condição tenha contribuído com supremacia em relação a outras causas na ocorrência do acidente.

Não guardar distância de segurança:

–A causa presumível será *não guardar distância de segurança* quando, pelas circunstâncias do acidente, o(s) condutor(es) não guardar(em) distância de segurança lateral e frontal entre o seu e os demais veículos, ou em relação ao bordo da pista, considerando-se, no momento, a velocidade e as condições do local, da circulação, do veículo e as condições climáticas.

Outras:

–A causa presumível será *outras* quando não se enquadrar em nenhuma das causas constantes neste manual.

Ultrapassagem indevida:

–A causa presumível será *ultrapassagem indevida* quando ficar constatado que o condutor realizou manobra de ultrapassagem em desacordo com as normas de circulação e conduta prevista no CTB.

Velocidade incompatível:

–A causa presumível será *velocidade incompatível* quando ficar constatado que o veículo desenvolvia velocidade inadequada, mesmo dentro dos limites permitidos por lei, mas incompatível com as condições do lugar, do tempo e do próprio veículo.

IV – Classificação dos Danos Decorrentes de Acidentes

A Resolução Nº 297/2008 do CONTRAN estabelece o relatório de avarias para a classificação dos danos decorrentes de acidentes e os procedimentos para a regularização ou baixa dos veículos e dá outras providências.

1 - Para automóveis, camionetas, caminhonetes e utilitários, a classificação de danos deve ser realizada conforme estabelecido no Anexo I desta Resolução.

I - Danos de pequena monta, quando o veículo sofrer danos que afetem peças externas e/ou peças mecânicas e estruturais, mas sua pontuação não ultrapasse 20 pontos;

II – Danos de média monta, quando o veículo sofrer danos em suas peças externas, peças mecânicas e estruturais; e sua pontuação esteja compreendida entre 21 e 30 pontos;

III – Danos de grande monta, quando o veículo sofrer danos em suas peças externas, peças mecânicas e estruturais; e sua pontuação seja superior a 30 pontos, os quais determinam o veículo como irrecuperável.

2 – Para motocicletas e veículos assemelhados, a classificação de danos deve ser realizada conforme estabelecido no Anexo II desta Resolução.

I – Danos de pequena monta, quando o veículo sofrer danos que afetem peças externas e/ou peças mecânicas e estruturais, mas sua pontuação, não ultrapasse 16 pontos, desde que não afete nenhum componente estrutural;

II – Danos de média monta, quando o veículo sofrer danos em suas peças externas, peças mecânicas e estruturais e sua pontuação, esteja acima de 16 pontos, desde que não afete dois ou mais componentes estruturais;

III – Danos de grande monta, quando o veículo sofrer dano em dois ou mais componentes estruturais, independente do somatório de pontos.

3 – Para reboques e semi-reboques, caminhões e caminhões-tratores, a classificação de danos deve ser realizada conforme estabelecido no Anexo III desta Resolução.

4 – Para ônibus e microônibus, a classificação de danos deve ser realizada conforme estabelecido no Anexo IV desta Resolução.

5 – Na impossibilidade de definição da gravidade do dano causado ao veículo, o campo “não definido” do relatório de avarias, deverá ser assinalado, justificando tal impedimento em campo próprio.

Obs.: Ver Guia 5 – Condição do Veículo.

V – Estado Físico dos Envolvidos

Illeso:

–Pessoa que não apresente nenhum sinal ou sintoma de lesões provenientes do sinistro e que não seja encaminhada ao atendimento hospitalar. O fato de o envolvido ter dado entrada em unidade hospitalar não é suficiente para caracterizá-lo

como ferido.

Lesões Leves:

–Pessoa que, por consequência do acidente, apresente algum sinal ou sintoma da lista a seguir:

- 1)Dores em geral em área sem órgãos vitais;
- 2)Lacerações leves, contusões e abrasões (primeiros socorros: simples curativos);
- 3)Todas as queimaduras de 1º grau (até 10% da superfície corporal);
- 4)Fratura e/ou luxação dos dentes;
- 5)Dores ou rigidez musculares da parede torácica, abrasão por cinto de segurança ou por outras partes do veículo;
- 6)Pequenas hemorragias externas;
- 7)Pequenas entorses, luxações e/ou fraturas fechadas dos dedos;
- 8)Contusão cerebral leve, com dores de cabeça, tonturas, mas sem perda de consciência;
- 9)Queixas de dores de pescoço aos movimentos, sem alterações anatômicas ou radiológicas;
- 10)Contusão e abrasão dos olhos e seus anexos;
- 11)Fraturas expostas de dedos.

Lesões Graves:

–Pessoa que, por consequência do acidente, apresente algum sinal ou sintoma da lista a seguir:

- 1)Alterações dos sinais vitais: Frequência Ventilatória acima de 30 ventilações/mim, Frequência cardíaca acima de 100 bat/mim, perfusão periférica acima de 2 segundos;
- 2)Lesão cerebral com ou sem fratura de crânio, com inconsciência breve, sem amnésia pós-traumática;
- 3)Contusões extensas, abrasões, grandes lacerações, avulsões (menores de 7,5 cm no maior comprimento);
- 4)Queimaduras de 2º e 3º graus, envolvendo até 10% da superfície corporal;
- 5)Fratura dos ossos do crânio ou da face, sem desvio ou fratura múltipla dos ossos do nariz;
- 6)Laceração com prejuízo estético;
- 7)Dores fortes aos movimentos do pescoço, com alterações anatômicas ou radiológicas;
- 8)Fraturas simples de costela ou esterno;
- 9)Contusão grande de parede torácica (excluindo hemotórax, pneumotórax ou distúrbios respiratórios);
- 10)Contusão extensa da parede abdominal;
- 11)Ocorrência de parada respiratória ou cardiorrespiratória;
- 12)Hemorragias classe II, III e IV;
- 13)Grandes contusões, abrasões e lacerações envolvendo mais de duas extremidades ou avulsão extensa (maior de 7,5 cm); com ou sem hemorragia severa;
- 14)Queimadura de 2º e 3º graus envolvendo mais de 10% da área corporal;
- 15)Contusão ou lesão cerebral com ou sem fratura de crânio, com período de inconsciência prolongada, com ou sem sinais neurológicos;
- 16)Amnésia pós-traumática;
- 17)Fratura fechada dos ossos do crânio, com desvio, com ou sem inconsciência;

- 18) Sinais de traumatismo crânio-encefálico (sinal de Bakler, olhos de guaxinim, vômito em jato ou pupilas anisocóricas);
- 19) Fratura composta complicada de ossos do crânio;
- 20) Hemorragia intracraniana;
- 21) Sinais de hipertensão endocraniana: confusão mental, bradicardia (menos de 60 batimento/min), aumento progressivo da pressão arterial sanguínea ou anisocoria progressiva;
- 22) Lesão da coluna vertebral;
- 23) Lesão de tórax com distúrbios respiratórios acentuados (laceração de traqueia, hemomediastino, etc.);
- 24) Obstrução parcial das vias aéreas superiores;
- 25) Laceração de aorta;
- 26) Perda de olho, laceração ou avulsão de nervo óptico;
- 27) Fratura com desvio dos ossos da face, cavidade orbitaria ou antral;
- 28) Fraturas múltiplas de costelas;
- 29) Lesão de pericárdio ou contusão de miocárdio;
- 30) Hemotórax ou pneumotórax;
- 31) Ferimentos abertos do tórax, afundamento do tórax; pneumomediastino;
- 32) Rotura de diafragma;
- 33) Lacerações ou contusões de órgãos intra-abdominais (incluindo rotura do baço, rim e lesão da cauda do pâncreas);
- 34) Contusão de pulmão;
- 35) Rotura da bexiga urinaria;
- 36) Hemorragia retroperitonial;
- 37) Avulsão ou laceração de ureter ou de órgãos genitais;
- 38) Fraturas de osso longo ou pélvico;
- 39) Entorse ou luxação de grandes articulações;
- 40) Amputação de membros ou múltipla de dedos;
- 41) Laceração de grandes nervos ou vasos de extremidades.

Obs.: O policial deve estar sempre atento às condições físicas de todos os envolvidos, especialmente em situações em que houver morte ou mutilação grave em ocupantes do mesmo compartimento do veículo; gestantes; recém-nascidos; crianças e idosos (pessoas mais suscetíveis a lesões).

Morto:

– Pessoa envolvida em acidente de trânsito, em óbito, com confirmação de atestado por profissional médico devidamente identificado, ou com sinais evidentes de morte identificados pelo policial, em decorrência das lesões do acidente. Considera-se acidente com morto quando o PRF responsável pelo atendimento do acidente tenha conhecimento da morte do envolvido até a passagem das informações para o Relatório de Operações Diárias – ROD. Não se restringindo somente àqueles com morte no local do acidente.

Obs.: SINAIS EVIDENTES DE MORTE:

Morte óbvia:

– Caracteriza-se pela presença dos seguintes sinais:

- 1) Evidente estado de decomposição;

- 2)Decapitação ou segmentação do tronco;
- 3)Esmagamento do corpo;
- 4)Lesões e deformidades que descartem qualquer possibilidade de vida;
- 5)Carbonização do corpo;
- 6)Esmagamento de crânio com perda de massa encefálica e ausência de sinais vitais (não confundir com trauma de crânio com perda de massa encefálica, quando se deve tentar a reanimação);
- 7)Presença de “rigor mortis”: inicia-se entre 1 e 6 horas após a morte, pelos músculos da mastigação, e avança no sentido crânio-caudal;
- 8)Presença de “livor mortis”: estase sanguínea que depende da posição do cadáver; inicia-se entre 1h30 e 2 horas, atingindo o máximo entre 8 e 12 horas.

Ignorado:

–Quando não há informações a respeito do estado físico do envolvido, após esgotadas todas as possibilidades de verificação.

Obs.: É de suma importância que o policial levante as informações junto aos hospitais, para saber da existência de feridos e da gravidade das lesões.

VI – Atendimento do Acidente

PRÉ-ATENDIMENTO: Ao assumir o serviço, o policial deverá conferir e deixar preparado todo o material necessário para o atendimento imediato do acidente (material de expediente, equipamento de uso pessoal, material de sinalização, material de salvamento, etc.), visando reduzir o tempo de resposta e evitar correr o risco de ter sua segurança e a dos demais usuários comprometida, além do desconforto de permanecer horas sem um material que pode ser de extrema utilidade. É Importante verificar as condições da viatura, inclusive quanto à autonomia do combustível e estar preparado com produtos de manutenção básica, como por exemplo: água, repelentes, protetor solar e outros produtos que se adaptem às necessidades e ao ambiente local.

RECEBIMENTO DA COMUNICAÇÃO DE ACIDENTE: Colher o máximo de informações possíveis, inclusive o número de telefone do comunicante. (Atenção para possíveis trotes, localização do acidente, veículos envolvidos, tipo de carga, número de vítimas, tipos de lesões, posição dos veículos, etc).

DESLOCAMENTO: O deslocamento para o local da ocorrência deve ser rápido e seguro, obedecendo às Normas Gerais de Circulação e Conduta previstas no Inciso VII do Art. 29 da Lei 9.503/97. O motorista da viatura deve acionar os faróis e fazer uso de sirenes e luzes intermitentes.

Obs.: O comparecimento ao local do acidente é obrigatório e o deslocamento deve prevalecer sobre qualquer outra atividade. Os acidentes de maior gravidade terão prioridade sobre os demais.

CHEGADA AO LOCAL DA OCORRÊNCIA:

Sequência das Ações:

1)Dimensionar a cena. Avaliar a amplitude do acidente. Verificar os riscos existentes, as condições de segurança do local. (Atenção para o período do dia, curvas, lombadas, chuva, neblina, fumaça, presença de óleo e inflamáveis, etc);

2)Providenciar a sinalização do local para garantir a segurança e evitar ocorrências de novos acidentes. No caso de envolvimento de veículo(s) transportando produtos perigosos, adotar medidas iniciais conforme Manual da ABIQUIM, acionando se necessário os Órgãos Competentes (Corpo de Bombeiros, Meio-Ambiente, etc.). Ver Capítulo VII – Sinalização de Local.

3)Estabilizar o(s) veículo(s); verificar o estado da(s) vítima(s), se houver prestando o devido socorro e, quando necessário, acionar o Corpo de Bombeiros, o SAMU ou a Polícia Técnica. Caso já tenha equipes de outros órgãos (Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, SAMU, etc.) prestando atendimento, socorrendo vítimas, sinalizando e isolando o local, anotar os nomes dos responsáveis, além das possíveis alterações na posição final dos vestígios presentes no local do evento e nas unidades de tráfego para posterior registro no BAT.

4)Havendo riscos à segurança viária ou prejuízo ao tráfego, providenciar a imediata remoção de pessoas lesionadas, e dos veículos para fora da pista, tendo o cuidado de antes fazer os devidos registros através de fotografias e marcas no pavimento da posição de imobilização das unidades de tráfego, objetivando a amarração e a elaboração do croqui, e ainda subsidiar o trabalho da Polícia Técnica. (Ver Lei Nº 5.970/1970 e Lei Nº 6.174/1974).

5)Buscar a fluidez do tráfego para que em caso de haver vítimas, o socorro do Corpo de Bombeiros, SAMU, etc. chegue mais rápido ao local.

6)Tomar conhecimento das pessoas envolvidas e testemunhas que saibam efetivamente dos fatos, cuidando para que não se afastem do local antes de serem devidamente identificadas e qualificadas, registrando nome, telefone, endereço, número do documento e declarações do acidente.

7)Examinar documentos dos envolvidos (pessoas e veículos), quanto à autenticidade e quanto à validade. **Obs.: No caso de veículo internacional, recomenda-se atenção especial à documentação específica exigida para esse tipo de veículo. Deverá constar o tipo de documento e o número de seu registro, e, no caso de veículo segurado, informar o nome da seguradora, número da apólice e o nome do representante legal da empresa no Brasil, no campo Observações da Guia 5 – Condição do Veículo. Caso o tipo de veículo selecionado na Guia 3 – Veículos Envolvidos, não disponibilize o campo Observações na Guia 5 – Condição do Veículo, as informações referentes aos citados documentos deverão constar no campo Narrativa do Acidente.**

8)Verificar junto aos sistemas disponíveis para consulta as pessoas envolvidas, as placas dos veículos envolvidos (chassi/motor se possível, mediante vistoria no veículo), a fim de certificar-se sobre as condições legais dos mesmos, principalmente quando não for apresentada/encontrada a documentação. Caso ocorra discordância com os dados obtidos nos sistemas, realizar uma nova consulta e, se confirmada esta discordância, aplicar as medidas administrativas, fazendo os devidos encaminhamentos às

autoridades competentes, anexando ao termo de retenção/remoção do veículo a cópia dos dados constantes no sistema RENAVAM.

9)A remoção do(s) veículo(s) somente será efetivada após concluído o atendimento no local, exceto os casos previstos no item 4. Antes da aplicação dessa medida administrativa, o policial deverá realizar uma busca no veículo e relacionar no BAT e no Termo de Retenção/Remoção todo o material encontrado. .

10)Verificar as situações que envolvem o acidente em relação ao cometimento de qualquer crime previsto no Código de Trânsito Brasileiro – CTB, ou outro texto legal, para possível condução dos criminosos à repartição pública competente.

11)Verificar pelas condições que se deram o acidente, se um dos envolvidos estava em fuga de crime cometido logo anteriormente.

12)Manter os ânimos das partes sempre estáveis, a fim de evitar maiores desentendimentos e vias de fato.

13)Caso seja necessário, acionar a Polícia Técnica e preservar o local do acidente sempre que envolver veículos oficiais, observadas as circunstâncias previstas no item 4.

Obs.: No caso de acidente com viatura oficial do DPRF, conduzida por servidor ou prestador de serviço, devem ser adotadas as providências previstas na Instrução de Serviço Nº 01/2008/CGA/DPRF/MJ, quais sejam:

- I** – prestar ou pedir socorro, caso haja vítimas;
- II** – se possível, preservar o local do acidente;
- III** – acionar a perícia da polícia responsável pela circunscrição do local onde ocorreu o sinistro;
- IV** – permanecer, caso possível, juntamente com os envolvidos, no local do acidente até a chegada da perícia;
- V** – caso haja evasão de algum envolvido, anotar os dados do veículo;
- VI** – fotografar os veículos envolvidos e o cenário do acidente, se possível;
- VII** – se o veículo não estiver em condição de tráfego, solicitar apoio de guincho ao Núcleo de Transporte e Manutenção da Frota;
- VIII** – comparecer ao órgão policial com circunscrição sob a via para lavratura do Boletim de Ocorrência;
- IX** – comunicar o fato ao Administrador da Frota e à Chefia imediata do envolvido, anexando o Boletim de Ocorrência;
- X** – posteriormente, a Chefia imediata deverá encaminhar à Divisão de Administração e Serviços Gerais expediente relatando o fato em detalhes, ao qual deverá ser anexado o Boletim de Ocorrência, o laudo da perícia técnica e os demais documentos afetos ao fato;
- XI** – qualquer reparo na viatura sinistrada só poderá ser realizado após autorização da Coordenação-Geral de Administração, conforme ditames legais.

14)Nos casos de acidentes com pessoas lesionadas e/ou com mortos, o policial deverá preservar o local do acidente, informar imediatamente ao plantão e/ou à Polícia Judiciária e aguardar a presença da autoridade policial/perícia, observadas as circunstâncias previstas no item 4. No caso do não comparecimento da Polícia

Judiciária/Técnica e/ou do IML, quando solicitado(s), o policial deverá registrar tal situação no BAT, de forma bem detalhada. Ele deverá também orientar os envolvidos quanto à utilização do Seguro Obrigatório – DPVAT. Tais informações estão disponíveis no verso do CLA/CRLV, inclusive números telefônicos para o esclarecimento de dúvidas.

15) Realizar coleta de dados, fazendo uso do FBAT – Formulário de Coleta de Dados de Ocorrência de Acidente de Trânsito, para posterior registro no Sistema BR-Brasil.

16) Ser imparcial, quanto à determinação de dolo ou culpabilidade entre os envolvidos, não fazendo julgamentos precipitados, nem comentar as causas do acidente com pessoas envolvidas, terceiros ou imprensa. Conforme Art. 3º da Instrução Normativa Nº 02/2005/DPRF/MJ, que dispõe sobre a divulgação das atividades do Departamento de Polícia Rodoviária Federal, junto aos órgãos de imprensa, o Policial Rodoviário Federal no exercício de suas atividades, exclusivamente quando do atendimento a acidentes rodoviários, poderá prestar informações, inclusive dar entrevista quando solicitado pela imprensa, fornecendo somente dados técnicos dos acidentes, sem emitir juízo de valor ou opinião pessoal. Caso haja necessidade de outras informações, o policial deverá orientar a imprensa para procurar a Comunicação Social pertinente. Ao ser entrevistado, o policial deverá trajar uniforme completo, informar nome completo, unidade e cargo/função. Evitar o uso de siglas, gírias, palavras deselegantes e jargão policial. Pronunciar-se com clareza, objetividade, segurança e transparência, evitando tecer críticas a outros órgãos ou a seus representantes.

17) Aplicar as autuações e medidas administrativas previstas no CTB quanto ao cometimento de infrações relativas ao veículo e ao condutor, desde que não sejam decorrentes do acidente. Excetuam-se as infrações especificadas como de circulação, pois estas exigem a presença do agente de trânsito no ato da execução para configurar o flagrante quanto ao cometimento das mesmas.

VII – Sinalização do Local de Acidente

Ao chegar ao local do acidente, o PRF deverá se atentar quanto à segurança do local, tentando identificar as peculiaridades e a total amplitude do acidente, vislumbrando as possibilidades de um segundo acidente que pode ser decorrente desse primeiro.

A sinalização do local é uma das providências que deve prevalecer sobre as demais, principalmente se as condições forem agravadas por curva, lombada ou depressão ou por condições restritivas de visibilidade, tais como neblina, chuva, fumaça, escuridão, etc., que possam levar à ocorrência de outro acidente. O policial que estiver presente no local do acidente deverá lançar mão de todos os dispositivos de sinalização disponíveis (cones, placas, triângulos, refletores etc.). Em caso de ausência ou de insuficiência desses dispositivos, utilizar galhos de árvores, mato, latas de óleo com estopa, etc. Ao sinalizar, o policial deverá levar em consideração o tempo de reação do condutor e do veículo, possibilitando condições de diminuição de marcha com segurança. A sinalização deverá ser colocada sempre, tanto no leito da pista, quanto no acostamento.

É de fundamental importância que a sinalização seja bem colocada e em quantidade suficiente para impedir a ocorrência de novos acidentes, devendo-se atentar sempre para a topografia e o traçado do local, além da presença de substâncias

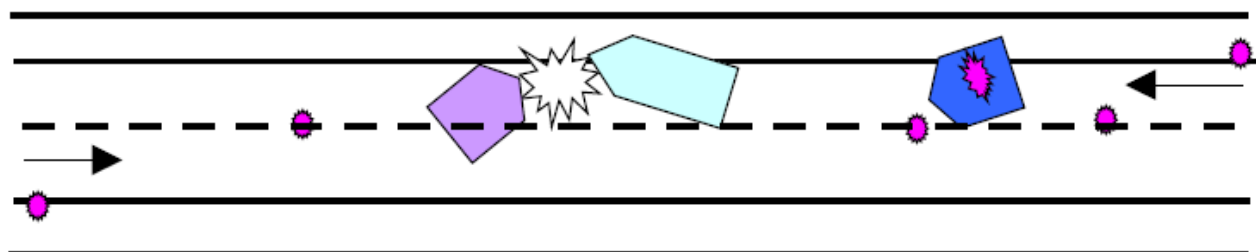
oleosas, inflamáveis, etc., sobre a pista, solicitando, se necessário, o apoio do Corpo de Bombeiros e demais equipes de emergência especializadas.

Sinalização emergencial:

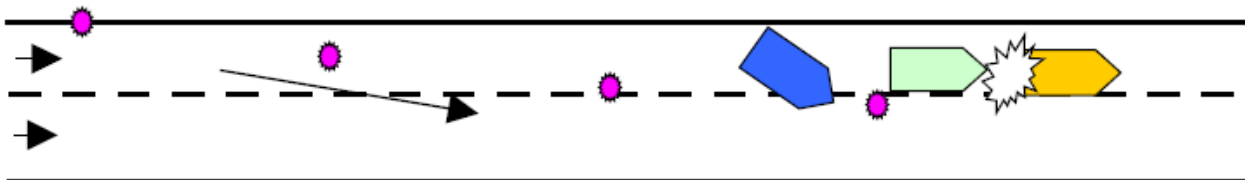
É realizada com a própria viatura (giroflex – luzes intermitentes – alerta), acompanhada obrigatoriamente de outros dispositivos de sinalização, preferencialmente cones retrorrefletivos, complementada, caso necessário, com a utilização de meios de fortuna existentes no local (galhos, alerta de outros veículos ou dos veículo acidentados, etc.). Essa sinalização é aquela feita imediatamente quando o policial chega ao local do acidente, servindo para alertar aos usuários da via sobre a existência de uma anormalidade, objetivando ainda a proteção dos envolvidos no acidente, e daqueles que prestam atendimento. Não existe modelo pronto. Será variável, pois dependerá diretamente das condições do local do acidente. Para isso, o policial deverá fazer uma avaliação criteriosa objetivando localizar o ponto provável de maior risco e dispor tal sinalização de forma a neutralizar esses riscos. Frenagem brusca de veículo no local é um aviso de que a sinalização está deficitária devendo o policial reavaliá-la e fazer as mudanças necessárias.

A viatura deve ser posicionada de forma a permitir visibilidade aos demais usuários, mantendo distância adequada dos veículos envolvidos, a fim de garantir uma área livre para os trabalhos de atendimento, dimensionada conforme a necessidade do evento, além de proporcionar mais segurança aos componentes das equipes de trabalho (Corpo de Bombeiros, SAMU, Guinchos, etc.).

Exemplo 1: Pista simples, mão dupla.



Exemplo 2: Pista simples, sentido único.



Sinalização completa:

Usada para casos de acidentes em que os procedimentos no atendimento serão demorados. Para os casos de deslizamento de parte da pista, soterramento, manutenção de pista, derramamento/vazamento de produtos perigosos (ver orientações no manual

da ABIQUIM), etc, capacita ainda o policial a orientar as equipes de manutenção quando estas estiverem trabalhando na via com sinalização inadequada.

Fatores a considerar:

- O tipo de via (pista simples mão dupla, pista simples único sentido, curvas, lombadas etc).
- Velocidade máxima permitida para o local.
- Volume de veículo por hora no local.
- Tipo de veículo que transita no local.

Em ocorrências em que se faz necessário adotar a sinalização completa, esta será dividida em zonas (setores) de atendimento do acidente, iniciando no local do sítio de colisão dos veículos para suas adjacências.

Em cada acidente, sempre haverá um policial responsável pelo gerenciamento das situações. Esse gerenciador poderá ser o primeiro policial que chegou ao local ou até mesmo um especialista em caso de acidentes mais complexos ou que envolvam produtos específicos.

As necessidades provenientes de cada zona e/ou suas subdivisões deverão ser transmitidas ao gerenciador, e dele advirão as instruções de controle, prezando sempre pela unidade.

Quanto mais complexo for o acidente, maior a necessidade de gerenciador experiente.

Devido à transformação da cena, o tamanho inicial das zonas e suas subdivisões poderão ser modificados conforme variáveis e necessidades novas. Elas não são estanques.

O formato das zonas e suas subdivisões não necessariamente serão circular e/ou setorial.

Área do evento (Vermelha ou Quente) – Setor 1 (S1): Local da ocorrência do evento (acidente);

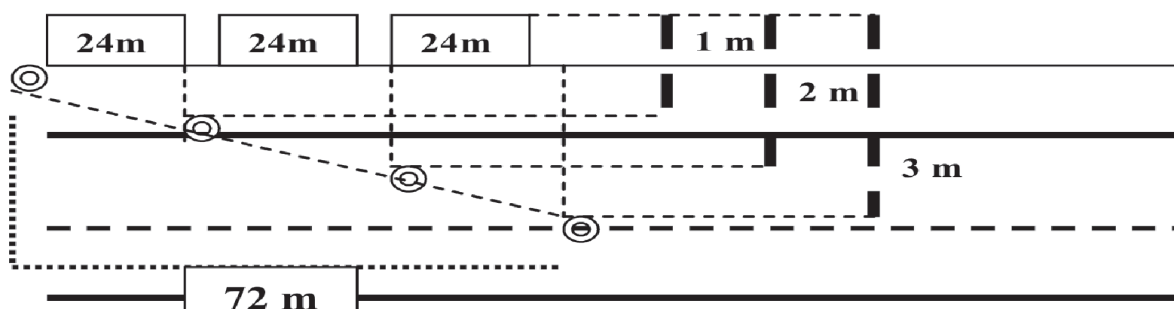
Área Operacional (Amarela) – Setor 2 (S2): Local do trabalho da(s) equipe(s);

Área de Segurança (Azul ou Fria) – Setor 3 (S3): Local livre, destinado à segurança da(s) equipe(s) de trabalho;

Área de Acumulação – Setor 4 (S4): Local de acúmulo do tráfego, destinada à parada dos veículos;

Área de Transição – Setor 5 (S5): Local da primeira sinalização de advertência e desvio do fluxo de veículos. Objetiva alertar os usuários de perigo à frente. Na sinalização, deve-se posicionar os cones diagonalmente, iniciando-se do acostamento. O intervalo entre os cones é dado pelo cálculo de 10% da velocidade máxima permitida para o local, multiplicando por 3 (valor fixo – tempo de percepção/reação em segundos), e será representado em metros. Os cones serão dispostos a partir do acostamento, devendo o policial posicioná-los de acordo com a largura da seção transversal que deseja desviar.

Exemplo de sinalização para via de pista simples, sentido duplo com fechamento das duas faixas e velocidade de 80km/h.



Para correta avaliação das áreas de isolamento (setores), alguns critérios devem ser observados:

Área do evento (S1): Área referente ao local do evento (sítio do acidente);

Área Operacional (S2): Área dimensionada conforme a extensão do evento;

Área de Segurança (S3): Área calculada aproximadamente considerando-se *metade da velocidade da via (em metros)*.

Ex.: Velocidade da via: 80 km/h (**$80/2 = 40m$**)

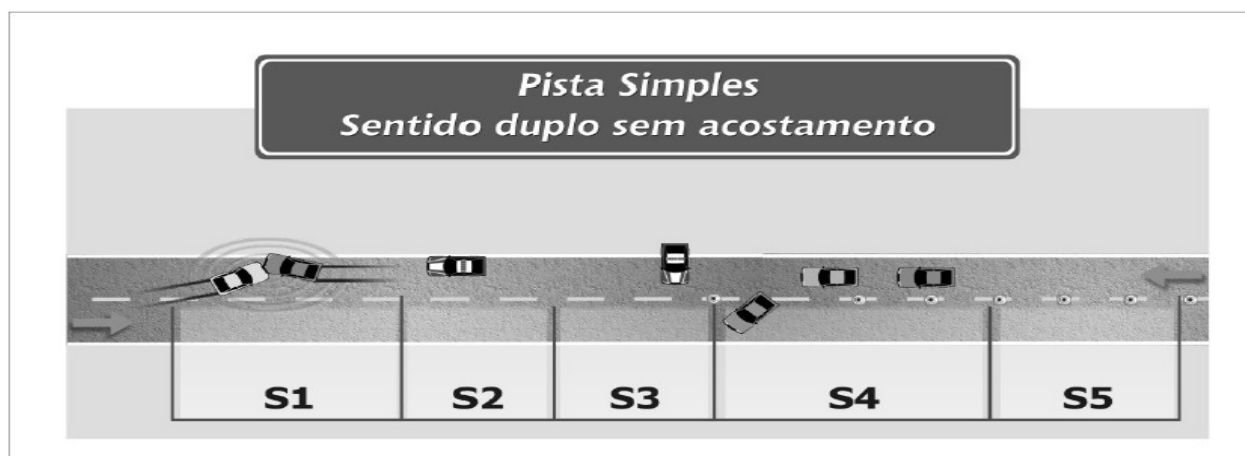
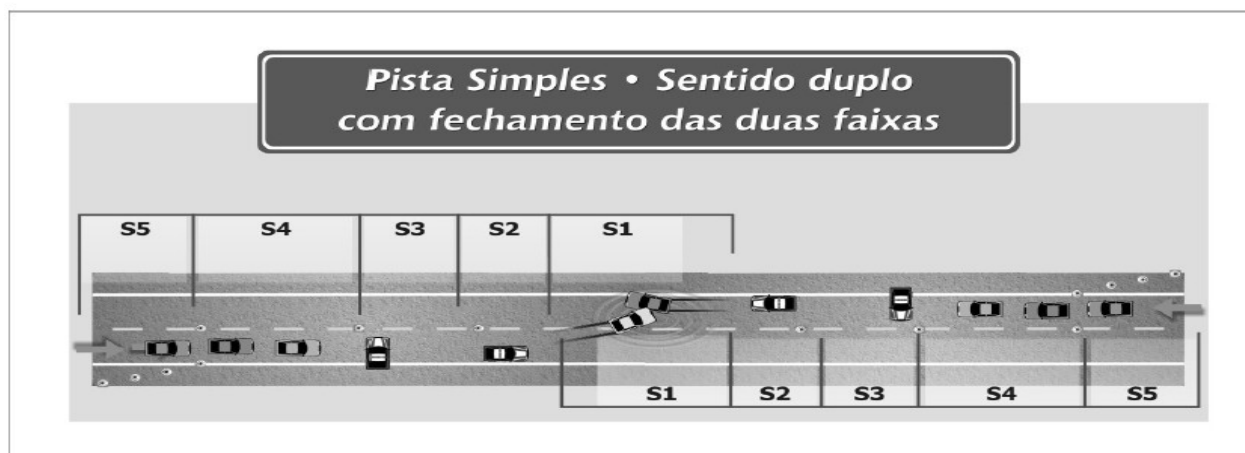
Área de Acumulação (S4): Área calculada aproximadamente considerando-se o *número de veículos por hora no trecho vezes (x) (5m para automóveis, 15m para ônibus/caminhões e 20m para combinações de veículos de carga)*

Ex.: Número de veículos: 120 Veículos/horas. (**$120 \times 5m = 600m$**)

Área de Transição (S5) : Área calculada aproximadamente considerando-se *velocidade da via dividida por (\div) 10, multiplicada por (x) 3 (tempo aproximado de resposta), multiplicada pela largura da via.*

Ex.: Velocidade da via: 80 km/h. (**$80/10 \times 3 \times 3 = 72m$**).

EXEMPLOS SINALIZAÇÃO PARA PISTA SIMPLES, SENTIDO DUPLO



VIII– Isolamento do Local de Acidente

O isolamento do local de acidente de trânsito é de grande importância para a preservação dos vestígios, do patrimônio de terceiros e da integridade física das pessoas que estejam no local, principalmente nos casos que envolvam emergências com produtos perigosos, os quais devem ser feitos da seguinte forma:

- O PRF deve observar e avaliar a extensão do acidente;
- O isolamento do local não deve se concentrar apenas na região onde os veículos se encontram em repouso, mas em toda extensão onde se encontrem vestígios do acidente. Nos acidentes envolvendo produtos perigosos, a área a ser isolada dependerá de uma série de variáveis, tais como: tipo do produto perigoso, local do acidente (zona urbana, zona rural), condições atmosféricas etc. (Ver Manual da ABIQUIM);
- Quando houver grande concentração de populares, é aconselhável o uso de fitas zebradas para delimitar a área.
- Nos casos onde houver cadáver ou cadáveres, faz-se necessário que se evite o trânsito de pessoas pelo local. O isolamento deve ser feito de tal modo que os populares e curiosos se encontrem o mais distante possível.

IX – Levantamento de Local (Sítio)

“O tempo que passa é a verdade que foge”
Edmond Locard

Neste capítulo, observamos os métodos para um adequado levantamento de locais de acidentes de trânsito. Existem diversos procedimentos que permitem um estudo completo do local, com a coleta de todos os dados necessários a um trabalho de alto nível. Esses dados são necessários não apenas para a reconstituição do fato, mas também para orientar outros importantes pontos, como cálculos físicos, elaboração de planilhas e suportar a futuras réplicas das partes.

Sítio de colisão, também chamado de *sítio de impacto*, é a área do local em que os veículos colidiram, ou, a área do local em que o veículo chocou-se com obstáculo fixo, portanto assinala o lugar onde os veículos interagiram, geralmente indicado por fragmentos de vidro proveniente dos pára-brisas ou lente de farol e lanternas, lascas de pintura, poeira e outros elementos que se desagregam das carrocerias dos veículos e, principalmente, por marcas de pneumáticos deixados no pavimento.

Na fase de investigação *de um local de acidente de trânsito*, o policial deve ficar atento quanto à idoneidade dos vestígios encontrados. Deverá priorizar o levantamento de vestígios transitórios, quais sejam a posição de imobilização da(s) vítima(s), posição de imobilização do(s) veículo(s), vestígios móveis (fragmentos de vidros e de material plástico e metálico, partes metálicas, lascas de pintura, rastros de fluidos, poças de fluidos e porções de terra desprendidas de veículos), marcas de pneumáticos em superfícies molhadas e marcas de frenagem por dispositivo ABS.

Marcas de pneumáticos proveniente da frenagem tendem a manter uma trajetória retilínea. Quando encontradas no sítio do acidente, são vestígios importantíssimos para identificar as trajetórias dos veículos envolvidos e o ponto de colisão. Na análise das marcas de pneumáticos, podemos observar que elas são convergentes, no caso de colisão. Outra informação importante para se determinar o ponto de colisão, é quando no sítio do acidente forem encontradas marcas de pneumáticos com derivação brusca de direção, o que indica que uma força externa (colisão com outra unidade de tráfego, objeto fixo, etc.) fez que a trajetória do veículo fosse alterada.

Na avaliação dos veículos envolvidos, o policial deverá também verificar o estado dos pneumáticos e se as sedes/impactos, intensidade e conformação das avarias são compatíveis (3ª Lei de Newton – Ação e Reação), além de analisar a orientação longitudinal e transversal das avarias, pois tais informações, complementadas com as marcas de pneumáticos, possibilitam identificar como se deu a interação física.

O reconhecimento dos vestígios móveis como assinaladores da localização do sítio de colisão, frequentemente, depende de dois fatores que devem ser observados: a distância que os veículos se moveram após a colisão e até que ponto os vestígios móveis poderiam ter sido removidos ou espalhados por terceiros (pedestres, socorristas, operadores de reboques, etc).

No equacionamento do problema, as seguintes observações devem ser levadas em consideração:

- As partes quebradas e que se desagregam das carrocerias dos veículos tendem a continuar se movendo na mesma direção e sentido do veículo; (1ª Lei de Newton).
- Pequenos pedaços, material agregado na parte inferior do veículo, particularmente do pára-choque, quando achados em concentração ou numa pequena pilha, vão cair debaixo do ponto de máximo contato e debaixo das partes do veículo mais seriamente danificado. Isto tem sido comprovado onde existe pouca ou nenhuma movimentação dos veículos após a colisão.

–Líquidos de veículos, tal como óleo combustível, água do radiador, gasolina, óleo de transmissão, fluido de freio e de bateria podem se espalhar ou pingar, formando uma poça. Gotas de líquidos, depois da quebra do recipiente durante a colisão, geralmente deixam uma trilha de pingos ou peças do ponto de colisão até a posição final de repouso. Depois de chegar ao repouso, a continuação dos pingos forma uma poça.

No sítio de atropelamento, na maioria das vezes, é difícil determinar exatamente o ponto de colisão, uma vez que raras vezes se obtém marcas do exato local do impacto. Todavia, o exame conjunto dos vestígios, aliados à perspicácia do Policial Rodoviário Federal, podem levar a uma conclusão aproximada do provável ponto de impacto. Na realidade, nem sempre é importante a determinação exata, salvo se existir sinalização específica referente à travessia de pedestre no local, a qual deve ser consignada no croqui, registrando-se a distância do ponto de colisão à travessia.

Para um bom levantamento, é importante observar as seguintes regras:

- 1- Todo local é importantíssimo, pois não se sabe a repercussão que o caso terá no futuro;
- 2- Perguntar sobre o ocorrido antes de iniciar o levantamento pode levar a uma economia de tempo e dirimir dúvidas, embora não deverá o policial ficar adstrito às informações.
- 3- Todos os dados relacionados direta ou indiretamente ao local devem ser analisados, e, se for o caso, medidos, fotografados e registrados no croqui.

ROTEIRO PARA O LEVANTAMENTO

- 1- Verificar o estado de preservação do local;
- 2- Fixar fotograficamente o local;
- 3- Determinar o local do ponto de colisão;
- 4- Elaborar croqui do local utilizando pontos permanentes para amarração.
- 5- Analisar os veículos, verificando os danos e suas orientações, sistemas de segurança, marcas e sinais característicos do evento, etc.
- 6- Observar as condições meteorológicas, e o estado de conservação do pavimento, da sinalização e ainda a fase do dia.
- 7- Reconstruir mentalmente o acidente e verificar a concordância dos vestígios encontrados com as declarações de testemunhas e condutores.

X – Elaboração de Croqui

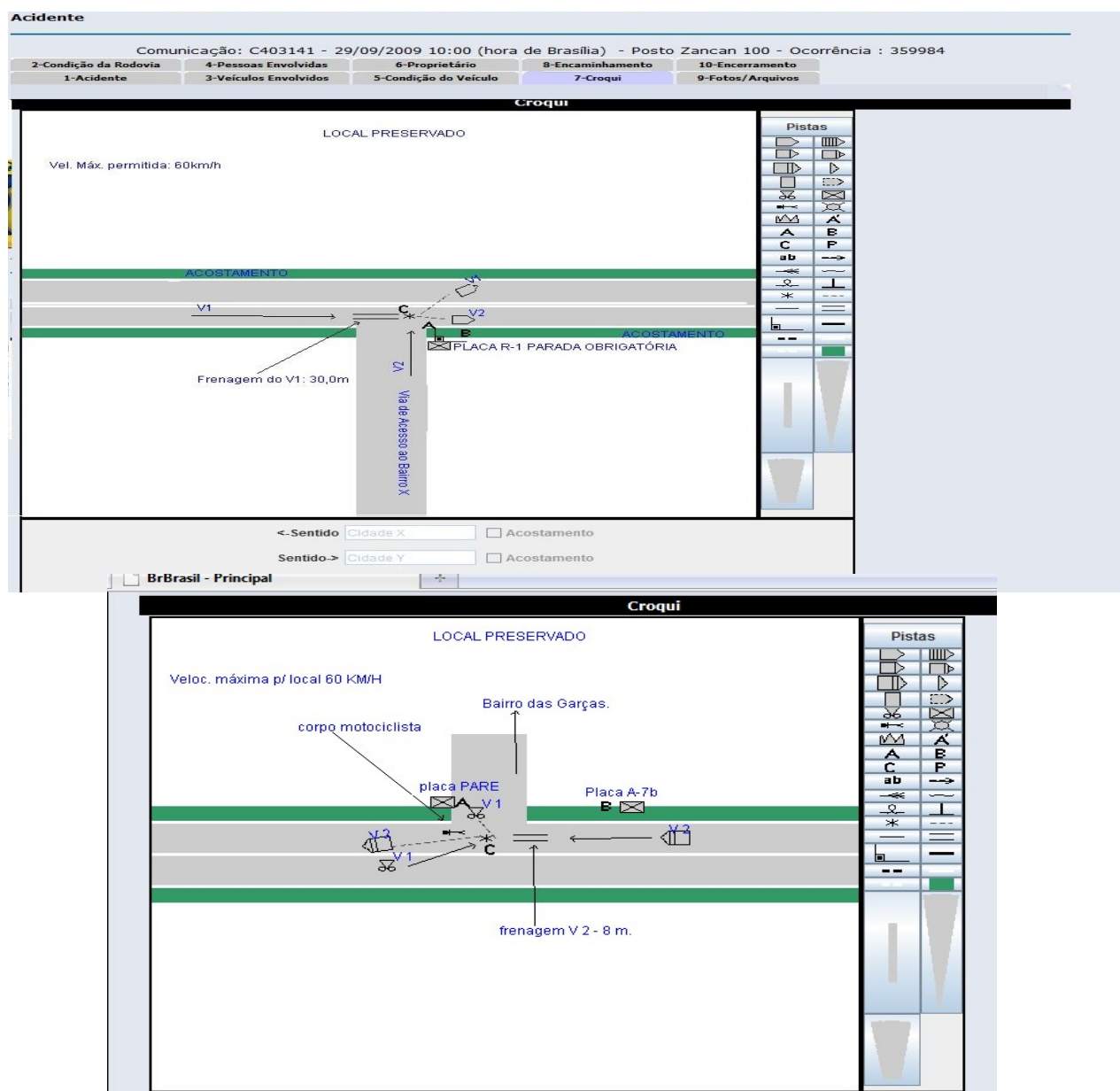
O croqui deve ser elaborado como se um observador estivesse colocado no alto, sobre o local, devendo permitir o entendimento apropriado do acidente e das condições físicas locais, devendo ter coerência com o texto narrativo. Deve-se ilustrar o local do acidente de forma esquemática através de símbolos pré-estabelecidos e constantes no sistema, além de outros sinais, caso necessário, com a devida legenda. O policial deve indicar a via, com suas faixas de rolamento, sentido de circulação, sinalização, acostamento, marcas de frenagem, derrapagem, de arrastamento, de sulcamento, o sentido de deslocamento do(s) veículo(s) antes da colisão, o ponto de colisão e a posição final do(s) veículo(s).

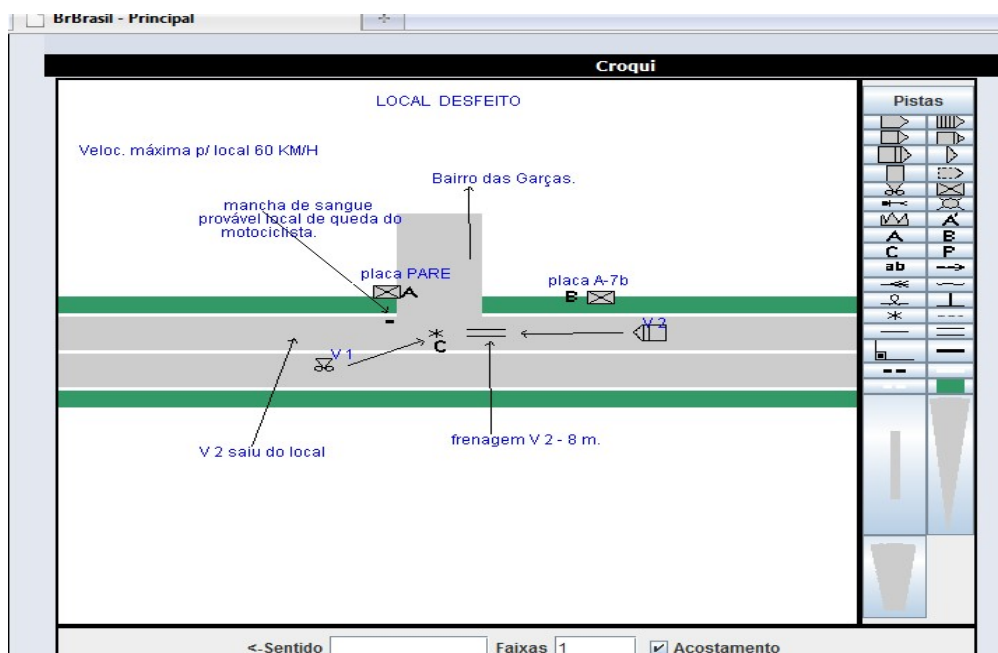
O ponto de colisão deve ser bem definido no croqui e ter suas medidas registradas nas janelas apropriadas na guia. A indicação deste ponto é obrigatória em qualquer acidente de trânsito, independentemente de ser com morte, lesões ou danos materiais. As medidas devem ser exatas e amarradas a dois pontos fixos no local (placas, postes, cabeceira de ponte, etc), denominados A e B, podendo ser ainda utilizado o Triângulo de Amarração, lançando as informações no campo Dados Complementares do Croqui.

Muito embora certas informações já constem em outras guias, nunca é demais registrá-las no croqui, pois é nesse local que os interessados centralizarão suas atenções. Neste sentido, também se faz necessário registrar se o local foi preservado, parcialmente preservado ou desfeito, e informar a velocidade máxima permitida para o local.

No croqui deve constar para todos os veículos o deslocamento antes da colisão, o ponto de colisão e sua posição final, tudo através das legendas pré-estabelecidas no próprio sistema. Frenagens, derrapagens, buracos, projeções de corpos e outros casos devem ser amarrados a pontos fixos e devidamente ilustrados.

Abaixo apresentamos modelos de croquis no Sistema BR-Brasil.

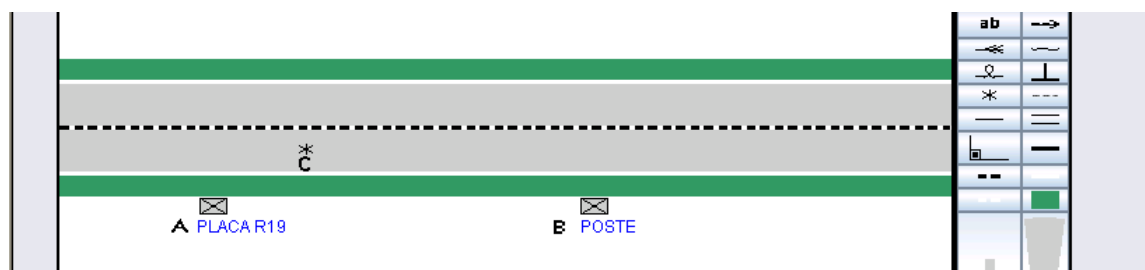




XI – Amarração

1- Amarração através de dois pontos fixos:

O método consiste na escolha de dois pontos fixos distintos, preferencialmente do projeto da via que passarão a ser denominados ponto fixo A e ponto fixo B; a distância entre eles será representada graficamente no croqui, juntamente com o ponto C (ponto de colisão), que deverá ser medido em relação ao ponto A e B.

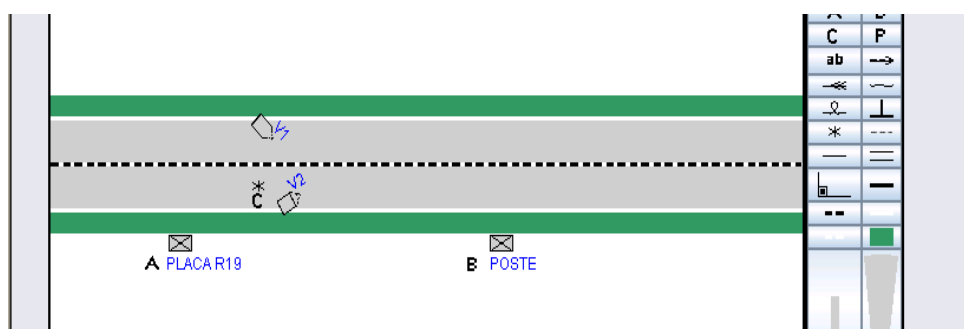


As medidas já lançadas nos campos específicos da Guia 7:

Dados Complementares do Croqui			
Referência do Ponto A ou A' (Triângulo Retângulo):			
Referência do Ponto B:			
Latitude do Ponto C:	Longitude do Ponto C:		
Distância AB(m):	10,0	Distância AC(m):	3,0
		Distância BC(m):	8,0
Distâncias			

Para efetuar a amarração, escolher dois vértices do(s) veículo(s) e medi-los aos pontos fixos A e B. Repita o mesmo procedimento para todos os veículos envolvidos, sendo 04 (quatro) medidas para cada veículo. Em caso de veículos de 02 rodas, a medida deve ser feita a partir do eixo da roda dianteira e traseira.

Obs.: corpos ou partes projetados ou encontrados fora dos veículos também devem ser indicados no croqui com a devida amarração aos pontos A e B.



As medidas já lançadas nos campos específicos da Guia 7

Obs:

FD: frente direita;

TD: traseira direita;

FE: frente esquerda

TE: traseira esquerda;

Distâncias						
Veículo P1		Distância P1 A(m)	Distância P1 B(m)	P2	Distância P2 A(m)	Distância P2 B(m)
1	FD	5,0	9,0	TE	8,0	11,0
2	FD	7,0	7,0	TD	3,0	10,5
3						

Alterar

2- Amarração através do Triângulo de Amarração – TA:

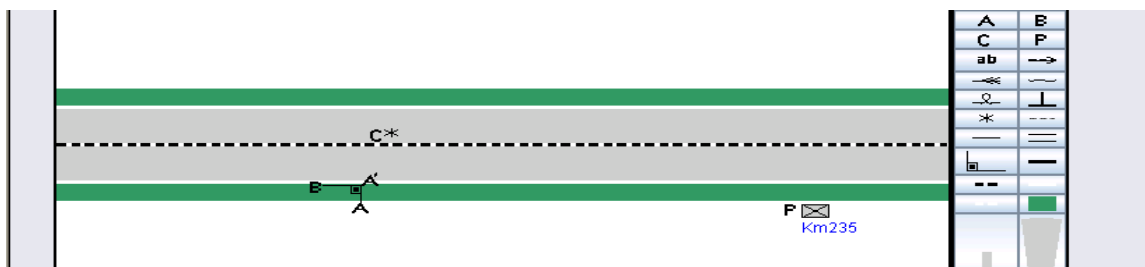
O método consiste no uso do triângulo de amarração, quando no local existir apenas um ponto fixo. O TA poderá ser posicionado distante desse ponto fixo ou junto a este. Um dos catetos será obrigatoriamente paralelo à linha de bordo, demonstrado sua posição graficamente no croqui. Seu objetivo é a criação fictícia dos pontos A e B. Sua configuração é composta pelos seguintes pontos:

Cateto A'A= 3m;

Cateto A'B= 4 m;

Hipotenusa AB = 5m;

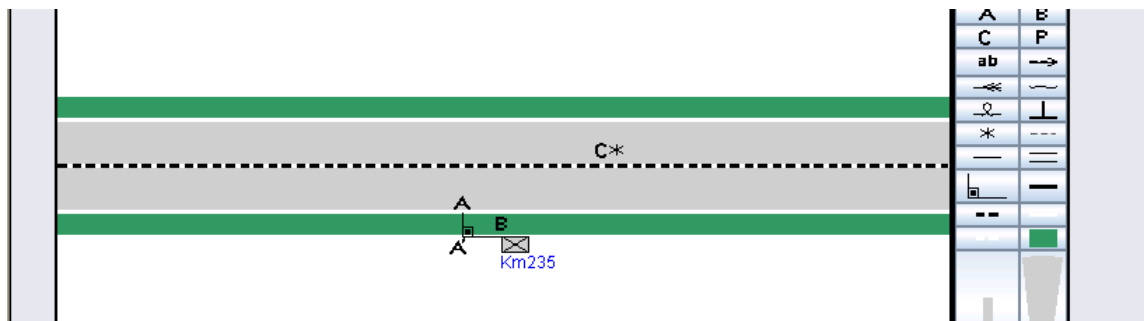
Ex: TA posicionado a 200m do ponto fixo (marco km 235)



Visualização da indicação da medida do TA em relação ao ponto fixo

Dados Complementares do Croqui					
Referência do Ponto A ou A' (Triângulo Retângulo): Distantes 200m do marco kilométrico 235					
Referência do Ponto B:					
Latitude do Ponto C:			Longitude do Ponto C:		
Distância AB(m): 5,0			Distância AC(m): 6,0		
Distâncias					
Veículo P1	Distância P1 A(m)	Distância P1 B(m)	P2	Distância P2 A(m)	Distância P2 B(m)
1					
2					
3					

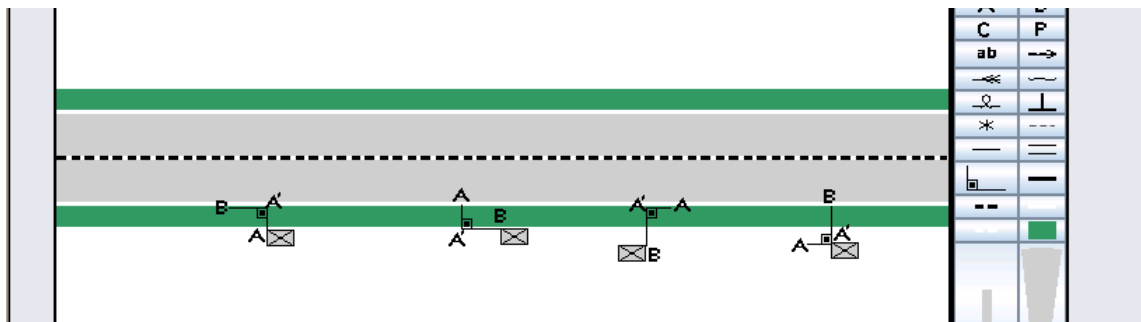
Ex: TA posicionado junto ao ponto fixo; observa-se que o vértice B é o próprio marco km 235.



Visualização dos dados lançados referentes ao posicionamento do TA e suas medidas em relação ao ponto C (ponto de colisão).

Dados Complementares do Croqui					
Referência do Ponto A ou A' (Triângulo Retângulo):					
Referência do Ponto B: Marco kilométrico 235					
Latitude do Ponto C:			Longitude do Ponto C:		
Distância AB(m): 5,0			Distância AC(m): 10,0		
Distâncias					
Veículo P1	Distância P1 A(m)	Distância P1 B(m)	P2	Distância P2 A(m)	Distância P2 B(m)
1					
2					
3					

Eis algumas formas de posicionamento do TA (existem outras variações):



Para realizar as medidas aos veículos envolvidos ou a outros elementos, proceder da mesma forma que a realizada no caso de dois pontos fixos, pois a utilização do TA objetiva a criação fictícia dos pontos A e B.

XII – Elaboração da Narrativa

Deverá ser feita de forma sucinta, mas que seja possível a identificação das causas presumíveis (fatores contribuintes) do acidente de trânsito. Por tratar-se de um documento público, o PRF deverá utilizar padrão culto de linguagem, observar que as informações contidas na narrativa sejam fatos comprovados através dos vestígios encontrados no local e não em suposições sobre como poderia ter ocorrido o acidente.

A narrativa é o complemento do croqui. A ele dá movimento e sequência lógica. Nela deverão ser registradas informações e detalhes que servirão para elucidar como ocorreu, identificar o tipo de acidente, os fatores contribuintes e a causa presumível. Deve ser concisa, técnica, objetiva, imparcial e compromissada com a verdade. Não deve ter empirismo como “eu acho que (...)”, ou então só considerar a declaração de um dos condutores ou só do condutor, omitindo-se, o policial, em posicionar-se quanto a como ocorreu o acidente. Toda afirmação deve ser baseada em indícios razoáveis.

O policial não julga. No entanto deve ter inferência, formar sua convicção de como ocorreu o acidente, baseado nos vestígios encontrados no local, corroborados por declarações de testemunhas e dos próprios condutores, além de outras provas necessárias ao esclarecimento do fato. Deve haver harmonia entre as provas colhidas (vestígios, evidências e declarações) e a dinâmica do acidente. Informações contrárias às provas não devem fazer parte do contexto probatório. Julgar é competência do juiz. Em razão disso, não se devem usar os termos *negligência*, *imprudência* e *imperícia* e sinônimos, os quais normalmente são usados em sentenças a serem proferidas por um magistrado.

Quando mencionar frenagens, derrapagens, buracos e outras condições, deverá fazer os registros também no croqui, posicionando adequadamente conforme observado no local do acidente.

É importante registrar, como complementação à narrativa, informação sobre a

prestação de socorro à vítima por parte do(s) condutor(es), registrar a velocidade permitida para o local, condições da via e outras que julgar necessárias na busca efetiva da verdade.

Considerando que a maioria dos interessados nas informações contidas em nossos boletins, voltam suas atenções principalmente à narrativa e ao croqui, esses podem conter repetições de alguns dados já registrados em campos próprios do BAT com o intuito de torná-los concisos e mais esclarecedores.

Modelo de confecção da narrativa:

Conforme averiguações realizadas no local do acidente, em(no) <município/UF>, no km <informar km> da BR <informar BR>, <levantamos/constatamos/verificamos> através dos vestígios e/ou declaração de testemunhas, <corroborado/subsidiado> pelas declarações dos condutores, que o V<1,2,3...>, <marca/modelo>, placa <AAA 0000/UF>, deslocava-se de(o) <bairro, município, povoado, etc.> a(o) <bairro, município, povoado, etc.>, quando etc...(prossiga com o relato da dinâmica do acidente).

Exemplo:

Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município “A”, no km “b” da BR “c”, constatei através dos vestígios nos veículos e no pavimento e, ainda, corroborado pelas declarações dos condutores, que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, deslocava-se pela BR “c”, sentido Norte-Sul, em sua mão de direção, e que no local colidiu transversalmente, com sua parte frontal, na lateral esquerda do V2, GM/Astra, placa AAA 0001/UF, que acessava a BR vindo de uma via lateral, conforme croqui.

Observações:

- A velocidade máxima permitida para o local é de 60km/h;
- 1.Existe no local placa de sinalização R-1 - “Parada Obrigatória”.

XIII – Declaração de Acidente de Trânsito - DAT

Atenção: O DAT não substitui o BAT.

Este documento só deve ser utilizado quando não for possível a confecção do BAT, seja porque o usuário compareceu ao Posto/Delegacia/Sede PRF declarando acidente sofrido em datas anteriores ou quando o local estiver desfeito e que após uma investigação cuidadosa realizada pelo policial, não sejam observados vestígios no suposto sítio informado que possibilitem a confecção do BAT, podendo ser preenchido em qualquer Posto, Delegacia PRF ou sede da regional, conforme declaração do(s) condutor(es) envolvido(s) em acidente nas rodovias e estradas federais.

Cada acidente declarado deve ser obrigatoriamente reportado, obedecendo à orientação a seguir:

–O formulário DAT traz informações sobre o Local do Acidente, Identificação do Veículo, Identificação do Condutor, Narrativa do Acidente Conforme Declaração do Condutor e Comunicação e Identificação do Policial;

–Há formulários DATs com o campo Nº da Ocorrência pré-impressos e outros sem o Nº da Ocorrência pré-impressos, que são utilizados quando houver mais de um envolvido declarando o mesmo acidente. Atenção para a amarração das folhas utilizadas.

Exemplo: Compareceram ao Posto/Delegacia/Sede PRF duas pessoas comunicando

envolvimento em um suposto acidente na rodovia federal. Após a devida investigação realizada pelo policial, constatou-se não se tratar de registro de BAT, então foi feito o preenchimento da Declaração de Acidente de Trânsito, fazendo uso de um formulário DAT com o campo Nº DA OCORRÊNCIA pré-impressa, registrando-se os dados do primeiro envolvido e de um outro formulário DAT com campo Nº DA OCORRÊNCIA sem numeração, devendo-se lançar o número do primeiro formulário, registrando-se em seguida os dados do segundo envolvido. Ao final, a amarração das folhas ficou da seguinte forma: FL 01 DE 02 para o formulário com numeração pré-impressa (primeiro envolvido) e FL 02 DE 02 para o segundo envolvido, onde foi lançado no campo Nº DA OCORRÊNCIA a numeração do DAT pré-impressa.

–O policial responsável deverá informar aos declarantes que as informações a serem inseridas no campo Narrativa do Acidente são de suas responsabilidades, que a omissão ou inserção de informações falsas constitui crime, reduzindo a termo, transcrevendo para o campo Narrativa do Acidente Conforme Declarações dos Condutores. Constando no texto as avarias nos veículos informadas pelos declarantes. Mas não deixando de verificar nos veículos envolvidos se as sedes/avarias são compatíveis, visualizando ainda a orientação dos danos.

–Comumente, são ocorrências simples, como exemplo: projeção de pedras danificando pára-brisa ou causando pequenas avarias nas partes externas dos veículos etc. Após preenchimento dos campos e das assinaturas do declarante e do policial, uma via deverá ser entregue ao declarante. Documento elaborado em três vias (usuário, Sede SPRF e Delegacia PRF).

A 1.^a via deverá ser enviada ao Núcleo de Registros de Acidentes e Medicina Rodoviária da Superintendência ou ao Núcleo de Policiamento e Fiscalização dos Distritos Regionais de Polícia Rodoviária Federal, para os registros necessários.

XIV – Orientações para o preenchimento do Boletim de Acidente de Trânsito – BAT

OCORRÊNCIA

Para a inserção de qualquer ocorrência no sistema, deve-se haver uma *comunicação* lançada e esta já deverá ter atingido o status “*atendimento encerrado*”.

GUIA Nº 01 – Acidente

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento
1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos

Ocorrência: 359984 CPF do PRF: 777.777.777-77 Data e Hora da Ocorrência: 29/09/2009 09:30 (hora local)

Local na BR

BR: 285 Km: 563,0 Mapa: ***

Trecho: PRINCIPAL | ENTR RS-542 (PISÃO LOURENÇO DAS MISSÕES) - ENTR RS-165/168(A) (PISÃO LUZ GONZAGA) | entre KM 540.1 e 566.4

Município: SÃO LUIZ GONZAGA UF: RS

Sentido da Via: Crescente Tipo de Acidente: Colisão fronta

Causa Presumível: Ultrapassagem indevida

Narrativa do Acidente: Conforme averiguações realizadas no local do acidente, em (no) <município/UF>, no km <informar km> da BR <informar BR>, <levantamos/constatamos/verificamos> através dos vestígios e/ou declaração de testemunhas, <corroborado/subsidiado> pelas declarações dos condutores, que o V<1,2,3...>, <marca/modelo>, placa

Danos ao Patrimônio da União: ☐ Descrição do Dano ao Patrimônio da União:

Danos ao Patrimônio de Terceiros: ☐ Descrição dos Danos ao Patrimônio de Terceiros:

Danos ao Ambiente: ☐ Descrição dos Danos ao Ambiente:

Condições

Pista: Com buraco, Em obra, Com Gelo, Com material granulado, Enlameada, Escorregadia, Molhada, Oleosa, Outra, **Seca**

Restrição Visibilidade: Cartazes/faixas, Configuração do terreno, **Inexistente**, Ofuscamento, Outros, Placas, Poeira/fumaça/neblina, Vegetação, Veículo estacionado

Sinalização: Vertical, **Horizontal**, Manua, Inexistente

Fase do dia: Pleno dia Meteorológica: Céu Claro Sinalização Luminosa: Funciona

PRF's Auxiliares

CPF: Nome Excluir: ☐

Alterar Voltar

Fale Conosco Publicações Ajuda Sair Versão 04.03 CGPLAM

Quando a ocorrência for gerada, nessa guia já aparecerá o CPF e o nome do PRF responsável pelo atendimento, além da data/hora.

CPF do PRF: Manter o CPF do PRF inserido no ROD, caso ele seja responsável pela confecção da ocorrência, ou alterar para o CPF do PRF responsável pela ocorrência.

DATA/HORA: Manter a data e hora oriunda do ROD ou corrigir, se necessário.

Dia: informação numérica com dois algarismos, indicando o dia do mês em que ocorreu o acidente (de 01 a 31).

Mês: informação numérica de 01 a 12, conforme o mês do ano.

Ano: informação numérica com os quatro algarismos do ano.

Horário: Hora em que ocorreu o acidente, com quatro algarismos. Os dois primeiros são para hora de 00 a 23, e os outros dois, para os minutos de 00 a 59.

LOCAL NA BR

BR e KM: Indicar a codificação da rodovia com os três algarismos correspondentes, e o km do local onde o acidente ocorreu, com a indicação dos décimos.

MAPA: Acionar a tecla correspondente e geoposicionar o local do acidente no mapa.

TRECHO: Nesse campo aparecerá a informação previamente cadastrada com base no DNIT (PNV “Plano Nacional Viário”).

MUNICÍPIO: Selecionar no campo de consulta o município onde ocorreu o acidente (caso o nome do município tenha “Ç”, digite a letra “C”. Não se deve utilizar nenhum tipo de acento. Poderá na pesquisa aparecerem outros municípios com o mesmo nome, porém de outras regiões. Clicar na seta anterior ao nome do município que queira inserir.

UF: Inserida automaticamente, à medida que se inserir o município.

SENTIDO DA VIA: Crescente ou decrescente. O sentido é materializado pela localização do presumível ponto de impacto “PPI”. Nos casos de saída de pista, materializa-se no limite final do acostamento, independentemente da mão de direção.

TIPO DE ACIDENTE: O tipo de acidente será determinado conforme a dinâmica. Nos casos dos acidentes cuja dinâmica envolva vários tipos de sinistros, selecionar o primeiro evento e detalhar, na narrativa, todos os demais. Ex: Saída de pista seguida de capotamento e colisão com objeto fixo. Selecione saída de pista.

Atropelamento de Animal: Tipo de acidente no qual há impacto entre veículo(s) em movimento e um ou mais animais.

Atropelamento de Pessoa: Tipo de acidente no qual há impacto entre veículo(s) em movimento e uma ou mais pessoas.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do pedestre atropelado (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão). Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município “A”, no km “b” da BR “c”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas, que na tentativa de cruzar a pista, o pedestre foi atropelado pelo V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, sendo projetado x metros do ponto provável de impacto, imobilizando-se deitado em decúbito dorsal, conforme croqui”.

Capotamento: Tipo de acidente em que o veículo dá um giro sobre si, em qualquer sentido, em um ângulo igual ou maior a 180°, imobilizando-se em qualquer posição.

Obs.: Por ser representado no plano, o croqui não possibilita identificar se o veículo capotado imobilizou-se apoiado sobre suas rodas, sobre seu teto, sobre sua lateral direita ou esquerda ou ainda sobre sua frente ou traseira. A situação, portanto, deverá ser informada na narrativa. Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município A, no km “b” da BR “c”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas, que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, após desviar de irregularidades no pavimento (buracos), perdeu o controle, vindo a capotar, imobilizando-se apoiado sobre o seu teto, conforme croqui”.

Colisão Transversal: Tipo de acidente em que a colisão ocorre transversalmente, quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente.

Colisão com Bicicleta: Aquele em que há colisão envolvendo bicicleta. Pessoa empurrando a bicicleta equipara-se a pedestre.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do ocupante da bicicleta (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão).

Colisão com Objeto Fixo: Tipo de acidente no qual há impacto de um veículo em movimento, para frente ou para a trás, contra qualquer obstáculo fixo. Exemplo: ponte, árvore, muro, prédio ou outro veículo estacionado.

Colisão com Objeto Móvel: Aquele em que há o impacto de um veículo em movimento, para frente ou para a trás, contra qualquer obstáculo em movimento (exceto outro(s) veículo(s)). Exemplo: pneu que se desprende de um veículo e enquanto estiver em movimento colide em outro veículo; pedra rolando, etc.

Colisão Frontal: Tipo de acidente que ocorre quando os veículos transitando na mesma direção, porém, em sentidos opostos, sofrerem impactos em qualquer de suas partes, pois o que determina esse tipo de colisão são os vetores direcionais de forças que atuam no impacto.

Obs.: É possível que a colisão ocorra entre veículos transitando na mesma direção e sentidos opostos sem que a interação física entre eles ocorra frente contra frente. Exemplo: Numa pista simples de mão-dupla, dois veículos (V1 e V2) trafegam em sentido contrários, imediatamente antes da colisão, V1 aquaplanava (mantendo sua quantidade de movimento $Q=m.v$ na mesma direção e sentido), rodando na pista, indo ao encontro do outro veículo, colidindo sua lateral direita com a frente do V2. Ressaltamos que tal dinâmica diferencia-se do tipo colisão transversal, que ocorre quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente. Para melhor entendimento, a dinâmica do acidente deverá ser detalhada na narrativa.

Colisão Lateral: Tipo de acidente que ocorre quando os veículos em movimento na mesma direção, mesmo sentido ou em sentidos opostos colidem as suas laterais simultaneamente.

Colisão Traseira: Tipo de Acidente que ocorre quando os veículos transitando na mesma direção e sentido sofrerem o impacto causado pela colisão na traseira de um deles. O impacto de um veículo parado momentaneamente por circunstâncias do tráfego não configurará colisão com objeto fixo, e sim colisão traseira.

Danos Eventuais: Acidentes que envolvam situações atípicas. Ex.: soterramento, submersão, queda de poste ou árvores sobre o veículo, etc.

Derramamento de Carga: Tipo de acidente em que ocorre a queda ou derramamento da carga, do veículo transportador, com prejuízo de ordem material e/ou pessoal.

Incêndio: Tipo de acidente em que o veículo, parado ou em movimento, se incendeia involuntariamente, sem que tenha como origem outro acidente.

Queda de Motocicleta/Bicicleta/Veículo: Tipo de acidente em que ocorra a queda de ocupantes do veículo.

Obs.: Informar na narrativa do acidente a distância de projeção e a posição de imobilização do ocupante do veículo (deitado em decúbito dorsal, ventral, lateral esquerdo ou lateral direito, sentado ou em suspensão).

Saída de Pista: Tipo de acidente no qual um veículo sai do leito da pista, provocando danos materiais ao veículo, a terceiros e/ou pessoais. Nas rodovias dotadas de acostamento, considera-se o ponto de saída de pista o limite externo do acostamento.

Tombamento: Tipo de acidente em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se ou não sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira.

Obs.: Por ser representado no plano, o croqui não possibilita identificar se o veículo tombado imobilizou-se apoiado sobre suas rodas, lateral direita/esquerda ou frente/traseira. A situação, portanto, deve ser informada na narrativa. Por exemplo: “Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município A, no km “b” da BR “c”, levantamos através dos vestígios e declarações de testemunhas, que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, após desviar de irregularidades no pavimento (buracos), perdeu o controle, vindo a tombar, imobilizando-se apoiado sobre sua lateral direita, conforme croqui”.

CAUSA PRESUMÍVEL: Define-se como *causa presumível* do acidente o fator determinante para o sinistro. Aquele fator sem o qual o acidente não ocorreria, podendo ser falha do veículo, da pista ou do condutor. Está naquele que age, no que pratica a ação da qual sobreveio o resultado.

Obs: Este campo terá informações meramente estatísticas que não serão impressas na ocorrência.

Animais na pista: A causa presumível será *animal na pista* nos casos de acidente em que pelas circunstâncias conclui-se que ele não teria ocorrido caso não houvesse animal na pista. Pode ser do tipo atropelamento do animal ou então sem atropelamento quando o condutor faz uma manobra evasiva e acaba se envolvendo em acidente de outro tipo. Deve-se observar as circunstâncias (animais soltos à margem da pista), bem como as declarações dos participantes e testemunhas. Atentar para a devida identificação (marcas, pelagem, características, etc.) e fazer os devidos registros no BAT.

Defeito mecânico em veículo: A causa presumível será *defeito mecânico (ou elétrico)*

quando ficar constatado que a falha mecânica ou elétrica teve supremacia sobre os outros fatores para a ocorrência do acidente. Ex: roda que se soltou do veículo, quebra da barra de direção, incêndio, etc.

Defeito na via: A causa presumível será *defeito na via* quando o acidente tiver como fator determinante aspectos relacionados ao estado de conservação da via e sua estrutura como, por exemplo, retornos mal elaborados, curvas sem inclinações adequadas, buracos, composição do pavimento, etc.

Desobediência à sinalização: A causa presumível será *desobediência à sinalização* quando ficar apurado que o acidente não teria ocorrido caso o condutor tivesse obedecido à sinalização existente. Para isso, faz-se necessária a existência física de tal sinalização no local e que realmente fique comprovado, através de equipamentos e/ou testemunhas, o desrespeito a ela, ou ainda, que o policial tenha observado o ato.

Dormindo: A causa presumível será *dormindo* quando ficar comprovada tal condição pela dinâmica do acidente e/ou por declaração do próprio condutor assumindo essa condição, ou de pessoas que tenham testemunhado a situação, ou ainda por indícios relacionados ao espaço de tempo em que o motorista esteja dirigindo e/ou substâncias de que fez uso. Ex: saída de pista sem indícios de reação por parte do condutor.

Falta de atenção: A causa presumível será *falta de atenção* quando se chegar a tal conclusão, pela inexistência ou falta de supremacia de outras causas que poderiam levar à ocorrência do acidente. Decorre do comportamento desatento em razão de fatores distrativos ou não, que o levem à percepção retardada do perigo. Por exemplo: falar ao celular, manusear equipamentos, conversar com passageiros, não observar os retrovisores, não sinalizar manobras de mudança de direção, errar percurso, realizar manobras inadequadas, manusear erroneamente o veículo, etc.

Ingestão de álcool: A causa presumível será *ingestão de álcool* sempre que o condutor apresentar tais indícios, sendo comprovada através de odores, halitose etílica, postura, movimentos, comportamento e outros, independentemente de testes, e que essa condição tenha contribuído com supremacia em relação a outras causas na ocorrência do acidente.

Não guardar distância de segurança: A causa presumível será *não guardar distância de segurança* quando, pelas circunstâncias do acidente, o(s) condutor(es) não guardar(em) distância de segurança lateral e frontal entre o seu e os demais veículos, ou em relação ao bordo da pista, considerando-se, no momento, a velocidade e as condições do local, da circulação, do veículo e as condições climáticas.

Outras: A causa presumível será *outras* quando não se enquadrar em nenhuma das causas constantes neste manual.

Ultrapassagem indevida: A causa presumível será *ultrapassagem indevida* quando ficar constatado que o condutor realizou manobra de ultrapassagem em desacordo com as normas de circulação e conduta prevista no CTB.

Velocidade incompatível: A causa presumível será *velocidade incompatível* quando ficar constatado que o veículo desenvolvia velocidade inadequada, mesmo dentro dos limites permitidos por lei, mas incompatível com as condições do lugar, do tempo e do próprio veículo.

NARRATIVA DO ACIDENTE: Deverá ser feita de forma sucinta, mas que seja possível a identificação das causas presumíveis (fatores contribuintes) do acidente de trânsito. Por tratar-se de um documento público, o PRF deverá utilizar padrão culto de linguagem, observar que as informações contidas na narrativa sejam fatos comprovados através dos vestígios encontrados no local e não em suposições sobre como poderia ter ocorrido o acidente.

A narrativa é o complemento do croqui. A ele dá movimento e sequência lógica. Nela deverão ser registradas informações e detalhes que servirão para elucidar como ocorreu, identificar o tipo de acidente, os fatores contribuintes e a causa presumível. Deve ser concisa, técnica, objetiva, imparcial e compromissada com a verdade. Não deve ter empirismo “eu acho que (...)”, ou então só considerar a declaração de um dos condutores ou só do condutor, omitindo-se, o policial, em posicionar-se quanto a como ocorreu o acidente. Toda afirmação deve ser baseada em indícios razoáveis.

O policial não julga, no entanto deve ter inferência, formar sua convicção de como ocorreu o acidente, baseado nos vestígios encontrados no local, corroborados por declarações de testemunhas e dos próprios condutores, além de outras provas necessárias ao esclarecimento do fato. Deve haver harmonia entre as provas colhidas (vestígios, evidências e declarações) e a dinâmica do acidente. Informações contrárias às provas não devem fazer parte do contexto probatório. Julgar é competência do juiz. Em razão disso, não se devem usar os termos *negligência, imprudência e imperícia* e sinônimos, os quais normalmente são usados em sentenças a serem proferidas por um magistrado.

Quando mencionar frenagens, derrapagens, buracos e outras condições, deverá fazer os registros também no croqui, posicionando adequadamente conforme observado no local do acidente.

É importante registrar, como complementação à narrativa, informação sobre a prestação de socorro à vítima por parte do(s) condutor(es), registrar a velocidade permitida para o local, condições da via e outras que julgar necessárias na busca efetiva da verdade.

Considerando que a maioria dos interessados nas informações contidas em nossos boletins, voltam suas atenções principalmente à narrativa e ao croqui, esses podem conter repetições de alguns dados já registrados em campos próprios do BAT com o intuito de torná-los concisos e mais esclarecedores.

Modelo de confecção da narrativa:

Conforme averiguações realizadas no local do acidente, em (no) <município/UF>, no km <informar km> da BR <informar BR>, <levantamos/constatamos/verificamos> através dos vestígios e/ou declaração de testemunhas, <corroborado/subsidiado> pelas declarações dos condutores, que o V<1,2,3...>, <marca/modelo>, placa <AAA 0000/UF>, deslocava-se de(o) <bairro, município, povoado, etc.> a(o) <bairro, município, povoado,etc.>, quando etc...(prossiga com o relato da dinâmica do acidente).

Exemplo:

Conforme averiguações realizadas no local do acidente, no município “A”, no km

“b” da BR “c”, constatei através dos vestígios nos veículos e no pavimento e, ainda, corroborado pelas declarações dos condutores que o V1, GM/Blazer, placa AAA 0000/UF, deslocava-se pela BR “c”, sentido Norte-Sul, em sua mão de direção, e que no local colidiu transversalmente, com sua parte frontal, na lateral esquerda do V2, GM/Astra, placa AAA 0001/UF, que acessava a BR vindo de uma via lateral, conforme croqui.

Observações:

- Velocidade máxima permitida para o local é de 60km/h;
- Existe no local placa de sinalização R-1 - “Parada Obrigatória”.

DANOS AO PATRIMÔNIO DA UNIÃO: Esse campo será preenchido quando houver danos em algum bem da União, fazendo uso de termos técnicos, bem como especificar a extensão desses danos. Ex: placas de sinalização (destruição de placa de sinalização R19), defensas (10 metros de defesa metálica), obras de arte (destruição parcial do guarda corpo da ponte sobre o Rio XAXI – extensão de 3 metros), etc.

DANOS AO PATRIMÔNIO DE TERCEIROS: Esse campo será preenchido quando houver danos em bens ou propriedades de terceiros situados na faixa de domínio ou nos lotes lindeiros à faixa de domínio, exceto em veículos envolvidos (os quais deverão ser lançados na Guia 5 – Condição do Veículo, após registrado o veículo na Guia 3 – Veículos Envolvidos), fazendo uso de termos técnicos, identificando, se possível, o proprietário do bem ou da propriedade, bem como especificar a extensão dos danos e identificar o local exato. Ex: destruição de poste de iluminação nº 564748, 25 metros de muro de alvenaria rebocado e pintado da fábrica de cerveja Devassa.

DANOS AO MEIO AMBIENTE: Esse campo será preenchido quando, além dos veículos e pessoas envolvidas, houver danos ao meio ambiente. Além dos casos que envolvam produtos perigosos, atentar para situações de incêndios e outros casos que sejam passivos de registros.

CONDIÇÕES

PISTA: Selecionar a alternativa que mais se adequar às condições do local no momento do acidente. Caso exista mais de uma condição, poderão ser selecionadas quantas forem necessárias.

Com Buraco: Selecionar quando existir buraco(s) no local ou próximo ao local do acidente, independentemente de ser fator gerador do sinistro. Caso o seja, deverá ser registrado tanto no croqui como na narrativa.

Em Obra: Selecionar quando no local existirem obras de qualquer natureza e que estejam interferindo no trânsito.

Com Gelo: Selecionar quando sobre a pista de rolamento existir gelo, mesmo em pequenas camadas, que esteja reduzindo a aderência dos pneus com o revestimento da pista.

Com Material Granulado: Selecionar quando sobre a pista de rolamento existir material dessa natureza, como areia, brita, grãos, etc.

Enlameada: Selecionar quando sobre a pista de rolamento existir lama.

Escorregadia: Selecionar quando a pista for escorregadia. Não esquecer de observar se existe a placa de advertência A-28 no local e fazer o registro no croqui ou na caixa de texto descritivo da Guia 2 – Condição da Rodovia.

Molhada: Selecionar quando a pista estiver molhada, independentemente de chuva.

Oleosa: Selecionar quando a pista de rolamento estiver com substância oleosa e que essa condição não seja consequência do acidente.

Outra: Selecionar quando não existir no campo de opções nenhum caso correspondente, descrevendo tal condição na caixa de texto descritivo da Guia 2 – Condição da Rodovia. Exemplo: obstruída por queda de barreira, etc.

Seca: Selecionar quando a pista estiver seca.

Restrição à Visibilidade: Selecionar a alternativa que mais se adequar às restrições à visibilidade no momento do acidente. Salienta-se que existe a possibilidade de selecionar mais de uma opção.

Cartazes/Faixas: Selecionar quando for constatado que qualquer forma de comunicação visual publicitária restrinja a visibilidade dos condutores e pedestres no local, podendo ter contribuído para o acidente.

Configuração do terreno: Selecionar quando existir restrição de visibilidade, em decorrência da configuração do terreno, podendo ter contribuído para o acidente. Exemplos: curvas e aclives.

Inexistente: Selecionar quando não existir condição que prejudique a visibilidade.

Ofuscamento: Selecionar quando existir tal condição, considerando o horário e a posição do sol. Atentar para casos em que as partes envolvidas aleguem que faróis de outros veículos tenham prejudicado a visibilidade. Existem ainda postes com refletores de luz posicionados em pontos que podem prejudicar a visibilidade e consequentemente a segurança do trânsito.

Outros: Selecionar quando a condição for diferente das disponíveis no sistema, e descrevê-la na própria narrativa do acidente. Exemplo: deslumbramento/penumbra, etc.).

Placas: Selecionar quando existir(em) placa(s) restringindo a visibilidade no local, podendo ter contribuído para o acidente.

Poeira/Fumaça/Neblina: Selecionar quando existirem tais condições, ou apenas uma delas, no momento do acidente, podendo ter contribuído para o acidente.

Vegetação: Selecionar quando existir no local do acidente vegetação que esteja interferindo de forma a reduzir o alcance visual, podendo ter contribuído para o sinistro.

Veículo Estacionado: Selecionar quando existir no local do acidente, ou próximo, veículo estacionado, cuja posição esteja restringindo a visibilidade dos usuários da via, podendo ter contribuído para o acidente. Caso este veículo esteja em desacordo com as normas gerais de circulação e conduta, no que diz respeito à parada e estacionamento previstos no CTB, ele deverá ser identificado como parte do acidente.

Sinalização: Selecionar as alternativas de sinalização no momento do acidente. Neste item existe a possibilidade de selecionar mais de uma opção.

Vertical: Selecionar quando existir sinalização vertical no local do acidente ou nas imediações.

Horizontal: Selecionar quando existir sinalização horizontal no local do acidente.

Manual: Selecionar se existir este tipo de sinalização no momento do acidente. Geralmente ocorrem nos casos de reparos em rodovias, em saídas de eventos próximos à rodovia/estrada, até mesmo quando do atendimento de acidentes, etc.

Inexistente: Selecionar sempre que não existir no local ou proximidades nenhum tipo de sinalização.

Observação: Mencionar, se julgar necessário, no texto descritivo do item Pista de Rolamento na Guia 2 – Condição da Rodovia, essas questões a respeito da sinalização. Por exemplo: Existência de sinalização horizontal e/ou vertical, porém em mau estado de conservação e visibilidade.

Fase do Dia: Selecionar a alternativa que mais se adequar à fase do dia no momento do acidente.

Amanhecer: Selecionar se o acidente ocorreu entre o período determinado pela transição da noite para o dia (aurora), sem a presença de luz solar. Tempo nublado não significa falta de luz solar.

Anoitecer: Selecionar se o acidente ocorreu entre o período determinado pela transição entre o dia e a noite (crepúsculo) sem a presença de luz solar. Tempo nublado não significa falta de luz solar.

Plena Noite: Selecionar se o acidente ocorreu no período compreendido após o anoitecer e antes do amanhecer.

Pleno Dia: Selecionar se o acidente ocorreu no período de luz solar. Tempo nublado não significa falta de luz solar.

Meteorológica: Selecionar a alternativa que mais se adequar às condições meteorológicas do local no momento do acidente.

Céu Claro: Selecionar essa condição quando o céu estiver sem nuvens, com ou sem

sol, no momento do acidente, independentemente da fase do dia.

Chuva: Selecionar essa condição se chovia no momento do acidente, independentemente da fase do dia.

Granizo: Selecionar essa condição se no momento do acidente caía granizo.

Ignorada: Selecionar essa opção quando não se souber a condição meteorológica no momento do acidente.

Neve: Selecionar essa condição se no momento do acidente nevava.

Nevoeiro/Neblina: Selecionar essa condição se no momento do acidente existia nevoeiro ou neblina.

Nublado: Selecionar essa condição se no momento do acidente o tempo estava nublado, independentemente da fase do dia.

Sol: Selecionar essa condição se no momento do acidente estava fazendo sol.

Vento: Selecionar essa condição se no momento do acidente estava ventando numa intensidade maior que o normal.

Sinalização Luminosa: Selecionar a opção que melhor se adequar para o local no momento do acidente

Funciona: Selecionar caso essa sinalização exista no local do acidente e esteja funcionando corretamente. Atentar para os outros casos de sinalização luminosa além dos semáforos, como obras, desvios ou outras situações.

Não Funciona: Selecionar essa condição se existir sinalização luminosa, mas estava inoperante no momento do acidente.

Inexistente: Selecionar caso não exista sinalização luminosa no local do acidente.

PRFs AUXILIARES

CPF: Lançar diretamente o CPF do PRF auxiliar ou solicitar por meio da ferramenta de pesquisa. Existe a possibilidade de incluir ou excluir PRFs auxiliares utilizando os botões disponíveis.

GUIA 2 – Condição da Rodovia

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos
2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento

Local na BR

UF: RS BR: 285 Km: 563.0 Latitude: Longitude: Sentido da Via: Crescente

Trecho: PRINCIPAL | ENTR RS-542 (P/SÃO LOURENÇO DAS MISSÕES) - ENTR RS-165/168(A) (P/SÃO LUIZ GONZAGA) | entre KM 540.1 e 566.4

Uso do Solo: <---Selecionar---> Tipo de Localidade: <---Selecionar---> Risco de Interdição: <---Selecionar--->

Acostamento

Existe: ☐ Desnível: ☐ Pavimentado: ☐ Largura (metros): Estado de Conservação: <---Selecionar--->

Defensa: <---Selecionar---> Meio Fio: <---Selecionar---> Sarjeta: <---Selecionar--->

Canteiro Central

Existe: ☐ Estado de Conservação: <---Selecionar---> Largura (metros):

Inclinação: <---Selecionar---> Obstáculo ao Cruzamento: <---Selecionar---> Estado de Conservação do Obstáculo: <---Selecionar--->

Faixa de Domínio

Ocupação: <---Selecionar---> Cerca: <---Selecionar---> Estado de Conservação: <---Selecionar--->

Pista de Rolamento

Pista: <---Selecionar---> Nº da Pista: Qtd. de Faixas: Perfil: <---Selecionar--->

Traçado: <---Selecionar---> Curva Vertical: <---Selecionar---> Superelevação: ☐ Superlargura: ☐

Largura da Pista (metros): 0.0 Estreitamento: <---Selecionar---> Estado de Conservação: <---Selecionar--->

Texto Descritivo:

Tipo de Pavimento: <---Selecionar--->

Fale Conosco | Publicações | Ajuda | Sair | Versão 04.03 | CGPLAM

Local na BR

Logo abaixo de Local na BR, aparece o Estado, BR, km, latitude/longitude (ainda não disponíveis), sentido da via e o número do PNV correspondente ao quilômetro.

Uso do Solo: Selecionar a opção apropriada quanto ao uso do solo nas imediações do local do acidente.

Urbano: Essa opção deve ser selecionada quando nas imediações do local do acidente predominar a área urbana, ou seja, área habitada ou urbanizada, com usos do solo de natureza não agrícola e que, partindo de um núcleo central, apresenta continuidade física em todas as direções até ser interrompida, de forma notória, por terrenos de uso não urbano, como florestas, semeadouros ou corpos d'água. Atenção para o Plano Diretor dos Municípios que define quais são as áreas urbanas e rurais.

Rural: Essa opção deve ser selecionada quando nas imediações do local do acidente predominar a área rural, ou seja, área onde são desenvolvidas predominantemente atividades rurais, com usos do solo de natureza não urbana. Atenção para o Plano Diretor dos Municípios que define quais são as áreas urbanas e rurais.

Tipo de Localidade: Selecionar a informação que mais se adequar ao tipo de localidade onde ocorreu o acidente.

Comercial: Selecionar quando na localidade onde ocorreu o acidente predominarem atividades comerciais.

Escolar: Selecionar quando na localidade onde ocorreu o acidente predominarem atividades escolares.

Industrial: Selecionar quando na localidade onde ocorreu o acidente predominarem atividades industriais.

Lazer: Selecionar quando na localidade onde ocorreu o acidente predominarem atividades de lazer.

Não Edificada: Selecionar quando na localidade onde ocorreu o acidente não houver edificações, não necessariamente área rural.

Residencial: Selecionar quando a localidade onde ocorreu o acidente tratar-se de área para uso residencial, podendo ser casas, prédios etc.

Risco de Interdição: O objetivo desse campo é gerar um banco de dados com informações a respeito do local/imediações quanto aos riscos de interdições, subsidiando ações no sentido de evitá-las.

Acidente: Quando no local/imediações existir risco de interdições devido a acidente.

Erosão: Quando no local/imediações existir risco de interdições devido a erosão. Lembrando que erosão é processo de desagregação do solo e transporte dos sedimentos pela ação mecânica da água dos rios (erosão fluvial), da água da chuva (erosão pluvial), dos ventos (erosão eólica), do degelo (erosão glacial), das ondas e correntes do mar (erosão marinha); o processo natural de erosão pode se acelerar, direta ou indiretamente, pela ação humana.

Inexistente: Quando não existir nenhum risco de interdição.

Inundação: Quando no local/imediações existir risco de inundações.

Manifestação: Quando no local/imediações existir risco de interdições por movimentos sociais.

Obra de arte danificada: Quando no local existir risco de interdições devido a danos e/ou reparos em obras de arte.

Queda de aterro: Quando no local/imediações existir risco de interdições por queda de aterro.

Queda de barreira: Quando no local/imediações existir risco de interdições por deslizamento de barreira (barranco) sobre a pista, impedindo ou dificultando a passagem das unidades de tráfego.

Queda de árvore: Quando no local/imediações existir risco de interdições por queda de árvore(s) sobre a pista, impedindo ou dificultando a passagem das unidades de tráfego.

Acostamento

Parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim.

Existe: Caso exista acostamento na rodovia em que ocorreu o acidente, é necessário selecionar a opção “EXISTE”, para que as demais opções de acostamento possam ser ativadas pelo sistema.

Desnível: Assinalar se no local do acidente houver desnível (diferença de altitude) entre o acostamento e a faixa de rolamento, medindo-o e registrando no texto descritivo desta mesma guia. Desnível de até 2,5cm não é considerado defeito. (Norma DNIT 060/2004 – PRO);

Pavimentado: Assinalar a janelar se no local do acidente o acostamento for pavimentado, ou seja, revestido com concreto, asfalto ou similares.

Largura: Registrar a largura correspondente, atentando para a vírgula, a qual automaticamente vai mudando de local à medida que são inseridos os dados.

Estado de Conservação: Selecionar o estado de conservação que melhor corresponder.

Bom: Quando o pavimento estiver em boas condições de uso, não havendo restrições.

Ruim: Quando o pavimento estiver em más condições, sendo quase impossível seu uso.

Regular: Quando o pavimento estiver em condições regulares, exigindo certos cuidados quanto ao seu uso.

Defensa: É um dispositivo de proteção, colocado de forma contínua e permanente ao longo da via, para evitar ou diminuir as possíveis más consequências oriundas de veículos desgovernados, evitar que veículos e/ou pedestres transponham determinado local ou ainda para evitar ou dificultar a interferência de um fluxo de veículos sobre o fluxo oposto. Considerar muretas, barreiras como se fossem defensas, pois se tratam de dispositivos de proteção contínua. Caso julgue necessário, registre no texto descritivo da pista de rolamento dessa Guia.
Selecionar a opção que melhor se adequar.

Não Existe: Quando no local do acidente não existir defesa.

Conservada(o): Quando ela se apresentar em boas condições.

Danificada(o): Quando ela apresentar defeitos como partes faltando, soltas, suportes quebrados, etc.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente.

Meio Fio: É uma fileira de pedra ou concreto, ao longo do pavimento e mais elevada que este, que o reforça e o protege, e limita a área destinada ao trânsito de veículos, mais usada para proteger o trânsito dos pedestres.

Selecionar umas das seguintes opções:

Não Existe: Quando no local do acidente não existir meio-fio.

Conservada(o): Quando ele se apresentar em boas condições

Danificada(o): Quando no local existir meio-fio, mas que apresenta defeitos como partes soltas, partes quebrados, desalinhamento, descontinuidade, etc.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente.

Sarjeta: É um dispositivo de drenagem superficial, construída numa plataforma (rodovia), com a finalidade de conduzir longitudinalmente para um local próprio a água que cai sobre ela (no caso de aterro); ou sobre ela e os taludes, no caso de corte.

Selecionar umas das seguintes opções:

Não Existe: quando no local não existir sarjeta.

Conservada(o): Quando ela se apresentar em boas condições.

Danificada(o): Quando no local existir sarjeta, mas que apresenta defeitos na sua estrutura ou não atende a sua funcionalidade, como por exemplo, obstruída, quebrada, descontínua, etc.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente.

Canteiro Central

Obstáculo físico construído como separador de duas pistas de rolamento, eventualmente substituído por marcas viárias (canteiro fictício).

Existe: Caso exista canteiro central na rodovia onde ocorreu o acidente, é necessário selecionar a opção “EXISTE”, para que as demais opções referentes ao canteiro central possam ser ativadas pelo sistema.

Estado de Conservação: Selecionar o estado de conservação que melhor corresponder:

Bom: Quando estiver em boas condições de conservação.

Ruim: Quando estiver em más condições de conservação.

Regular: Quando seu estado de conservação apresentar pequenas anormalidades.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente.

Largura (metros): Registrar a largura correspondente.

Inclinação: Assinalar a opção que melhor corresponder ao local do acidente:

Plano: Selecionar quando o canteiro central estiver no mesmo plano da pista de rolamento na qual ocorreu o acidente.

Depressão: Selecionar quando o canteiro central estiver abaixo do nível da pista de rolamento na qual ocorreu o acidente.

Elevação: Selecionar quando o canteiro central estiver acima do nível da pista de rolamento na qual ocorreu o acidente.

Obstáculo ao Cruzamento: Selecionar a opção que melhor se adequar às condições do canteiro central:

Canal: É uma obra de engenharia que serve para escoamento de água e impede a transposição de unidades de tráfego de um lado para o outro.

Cerca vegetal: Obstáculo de qualquer tipo de vegetação que impeça que um veículo, em situação normal de deslocamento, possa passar para o fluxo oposto.

Com antiofuscante: Obstáculo que evita ofuscamento dos faróis dos veículos que transitam em sentido contrário, na pista contígua.

Meio-fio: Obstáculo de fileira de pedra ou concreto, ao longo do pavimento, e mais elevado que ele, que impede que um veículo, em situação normal de deslocamento, possa passar para o fluxo oposto.

Muro: Obra-de-arte corrente ou não, que serve para contenção de material terroso ou para separar locais – nesse caso, obstruindo a passagem de unidades de tráfego de um lado para o outro, podendo ser de concreto, alvenaria, etc.

Não informado: Esta opção não deve ser selecionada, pois não há nexos em sua escolha. No caso de existir obstáculo não definido no rol de opções disponíveis, deve-se selecionar a opção “outro”.

Não existe: Selecionar quando não existir no canteiro central obstáculo ao cruzamento.

Outro: Selecionar quando houver obstáculos ao cruzamento distintos das demais opções disponíveis.

Rio: Curso d'água natural, superficial ou subsuperficial, mais ou menos caudaloso, e que deságua em outro rio, num lago ou no mar.

Sarjeta: Dispositivo de drenagem superficial, construída numa plataforma (rodovia), com a finalidade de conduzir longitudinalmente para um local próprio a água que cai sobre ela (no caso de aterro); ou sobre ela e os taludes, no caso de corte.

Sem antiofuscante: Obstáculo que não evita ofuscamento dos faróis dos veículos que transitam em sentido contrário, na pista contígua.

Tela: Selecionar quando no canteiro central existir obstáculo do tipo tela.

Estado de Conservação do Obstáculo: Selecionar a opção que melhor se adequar às condições do obstáculo:

Bom: Quando estiver em condições de atender plenamente a sua funcionalidade.

Ruim: Quando sua funcionalidade estiver comprometida em decorrência do seu mau estado de conservação.

Regular: Quando apresentar anormalidades que comprometam parcialmente a sua funcionalidade.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente.

Faixa de Domínio

É uma base física onde se assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-artes, acostamentos, sinalização, faixas laterais de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a via dos imóveis marginais ou da faixa de recuo.

Ocupação: Selecionar a opção que melhor corresponder ao local do acidente:

Acampamento: Quando as adjacências do local do acidente estiverem ocupadas por acampamento(s).

Comércio: Quando nas adjacências houver atividades comerciais.

Construção: Quando as adjacências do local do acidente estiverem ocupadas por construções (edificações).

Lavoura: Quando as adjacências do local do acidente estiverem ocupadas por lavouras.

Livre: Quando as adjacências do local do acidente estiverem livres, não existindo nenhum tipo de ocupação.

Publicidade: Quando as adjacências do local do acidente estiverem ocupadas por dispositivos usados para publicidade. Exemplos: placas, faixas, painéis, etc.

Via lateral: Quando as adjacências do local do acidente estiverem ocupadas por via(s) lateral(is) posicionada(s) paralelamente ou não à rodovia.

Cerca: É uma linha de mourões/estacas/etc, com fios de arames ou não, existente na divisa da rodovia com áreas lindeiras, objetivando definir os limites laterais da faixa de domínio.

Não Existe: Quando no local do acidente, na faixa de domínio, não existir cerca.

Danificada: Quando no local do acidente, na faixa de domínio, existir cerca, porém danificada.

Conservada: Quando no local do acidente, na faixa de domínio, existir a cerca, em boas condições de conservação.

Obs.: Devem ser informadas as condições imediatamente anteriores ao acidente. Atentar para os casos de acidentes do tipo atropelamento de animal (verificar nas imediações se há rompimento de cerca).

Estado de Conservação: Selecionar a opção que melhor corresponder às condições de conservação da faixa de domínio:

Bom: Quando a faixa de domínio estiver bem conservada (manutenida), não comprometendo as condições de segurança do trânsito;

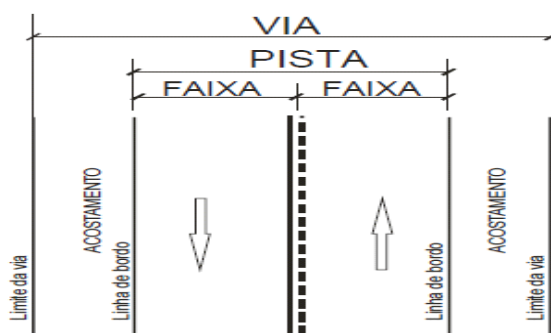
Ruim: Quando a faixa de domínio estiver em estado de conservação que interfira negativamente na segurança do trânsito. Exemplo: água e lama sobre a pista, oriundos da própria faixa ou de lavouras. Erosão, desmoronamento, etc.

Regular: Quando a faixa de domínio estiver em razoáveis condições de conservação, não atendendo plenamente às condições de segurança do trânsito.

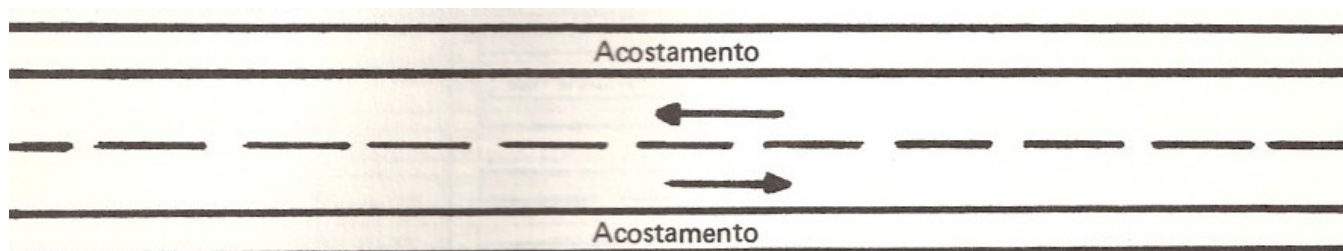
Pista de Rolamento

Parte da via normalmente utilizada para a circulação de veículos, identificada por elementos separadores ou por diferença de nível em relação às calçadas, ilhas ou aos canteiros centrais.

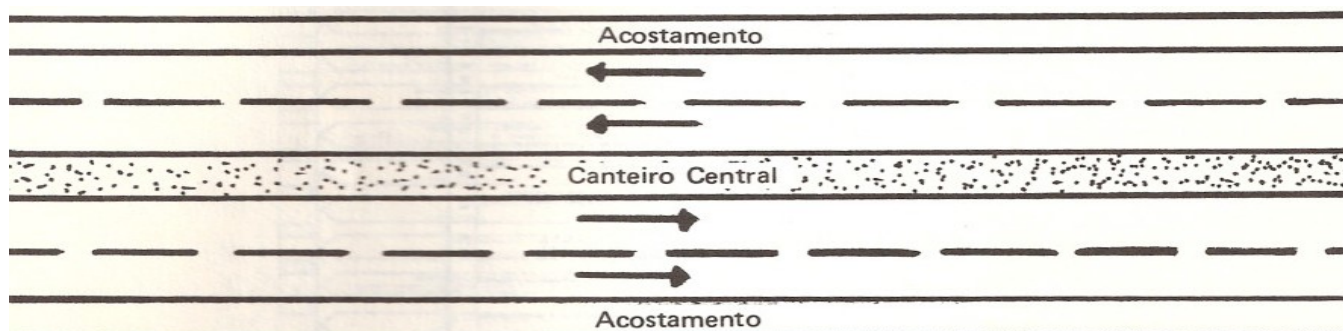
Pista: Selecionar a opção correspondente à configuração da pista:



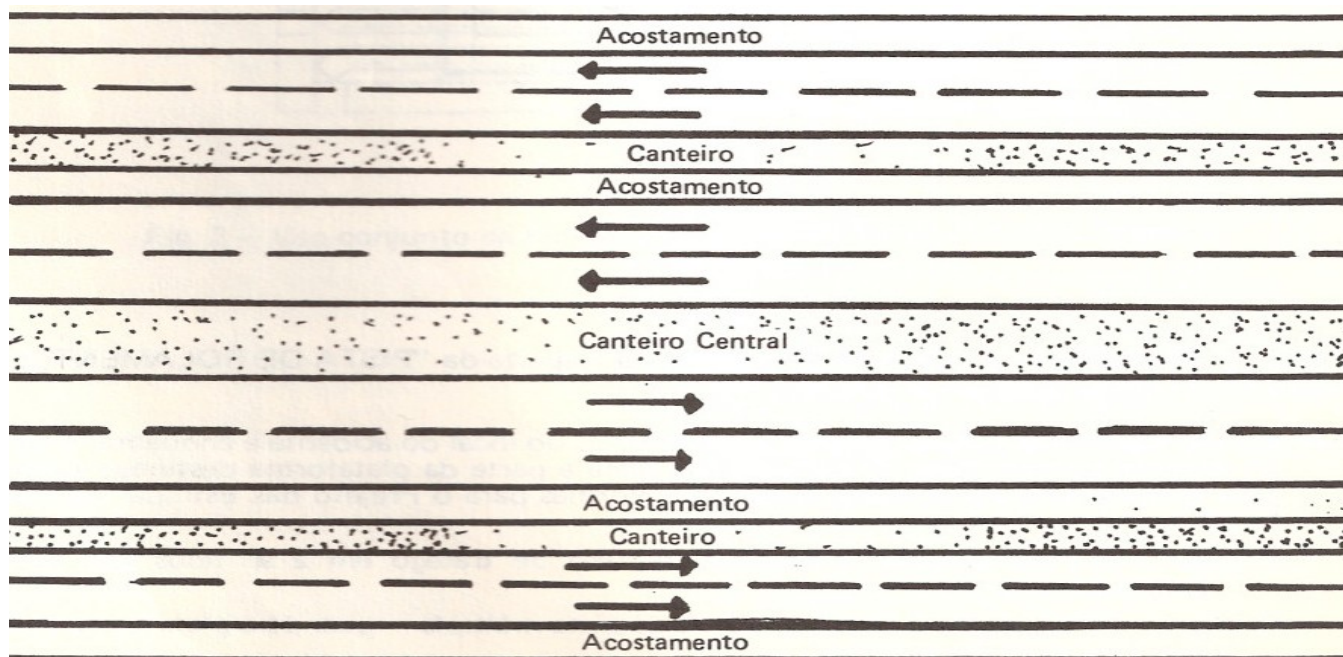
Simples: Quando não houver separadores físicos entre as faixas de rolamento, seja em via de mão única ou dupla;



Dupla: Quando houver duas pistas separadas por defesa, canteiro ou outro elemento físico, que impeça ou dificulte a transposição, independentemente dos sentidos estabelecidos para o trânsito;



Múltipla: Quando houver mais de um separador entre as pistas de rolamento. Não são consideradas como pistas duplas aquelas separadas por rios, por canteiros extremamente largos e outros casos em que as mãos de direção contrárias se afastam totalmente.

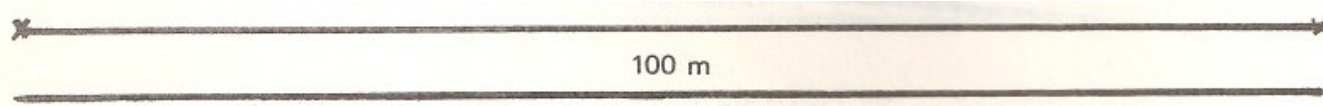


Nº da Pista: Informar a quantidade de pistas existentes na via. 1 para pista simples, 2 para pista dupla, e no caso de pista múltipla, lançar a quantidade de pistas.

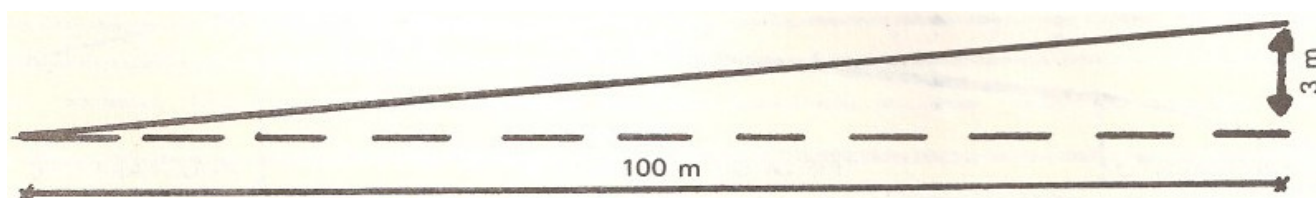
Qtd. de Faixas: Registrar o número de faixas existentes na pista onde ocorreu o acidente. Caso não exista demarcação (pintura) das faixas de rolamento, considerar a largura de 3,5 metros por faixa.

Perfil: Selecionar a qualificação da pista de rolamento, no local do acidente, quanto ao seu perfil:

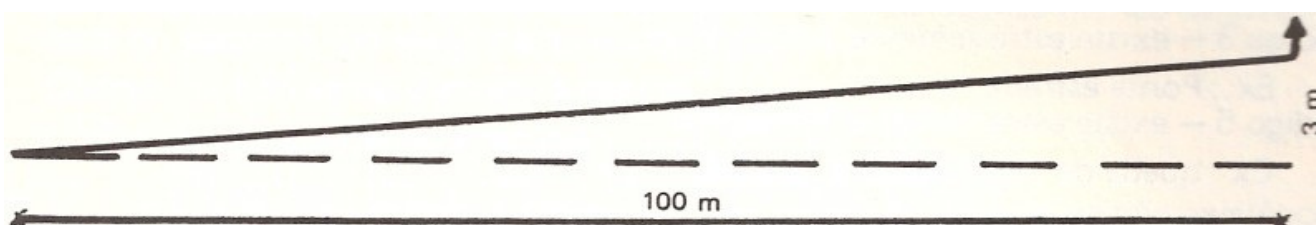
Em nível: Selecionar quando o local for plano, em nível, sem auge e sem declive.



Rampa < que 3 %: Selecionar quando o local apresentar um desnível não superior a 3 %. Para cada 100m rodados, sobe-se (ou se desce) menos de 3 metros;



Rampa >= 3 %: Selecionar quando o local apresentar um desnível superior ou igual a 3 %. Para cada 100m rodados, sobe-se (ou se desce) 3 ou mais metros;



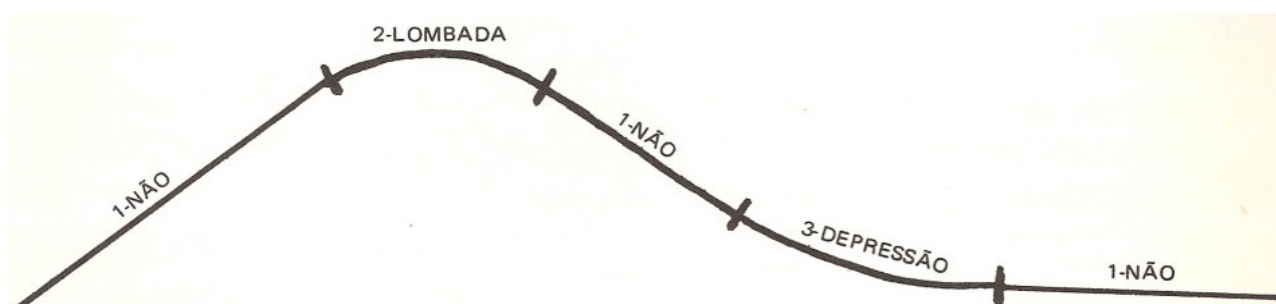
Traçado: Selecionar a qualificação da pista de rolamento, no local do acidente, quanto ao seu tipo de traçado:

Reta: Selecionar quando o acidente ocorrer numa reta.

Curva: Selecionar quando o acidente ocorrer numa curva.

Cruzamento: Selecionar quando o acidente ocorrer num cruzamento.

Curva Vertical: Selecionar a informação conforme configuração do local do acidente:



Não Existe: Selecionar quando não se enquadrar nas opções: lombada e depressão;

Lombada: Selecionar quando no local do acidente o trecho for de concordância entre rampas em auge e declive, caracterizada por pequena distância de visibilidade;

Depressão: Selecionar depressão quando o local do acidente for situado nas baixadas entre duas elevações.

Superelevação: Assinalar se caso existir. Refere-se às inclinações existentes nas curvas, as quais tem como função neutralizar a força centrífuga.

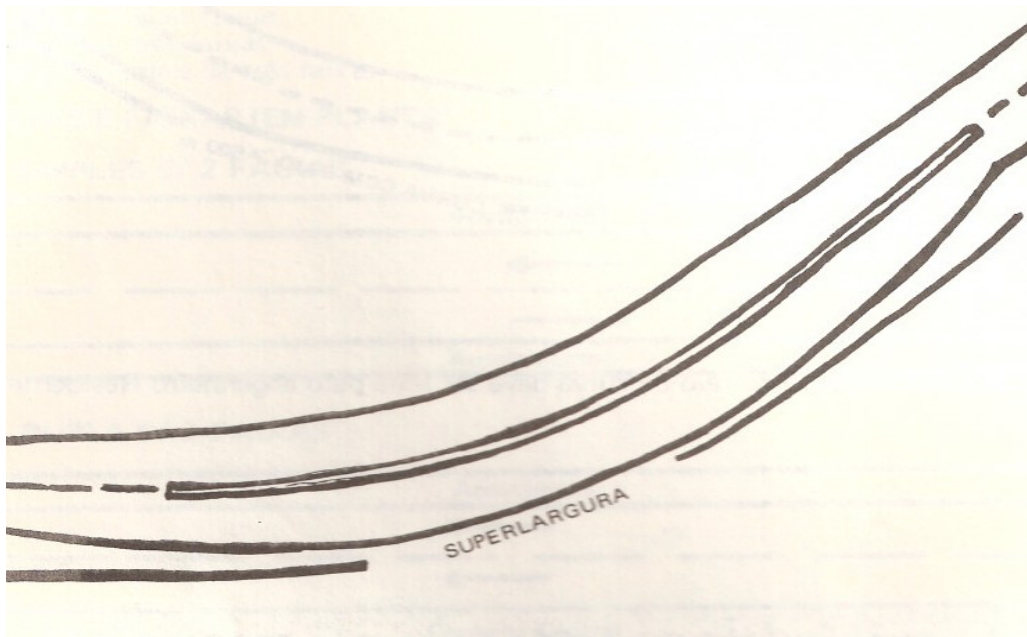
Pista sem superelevação



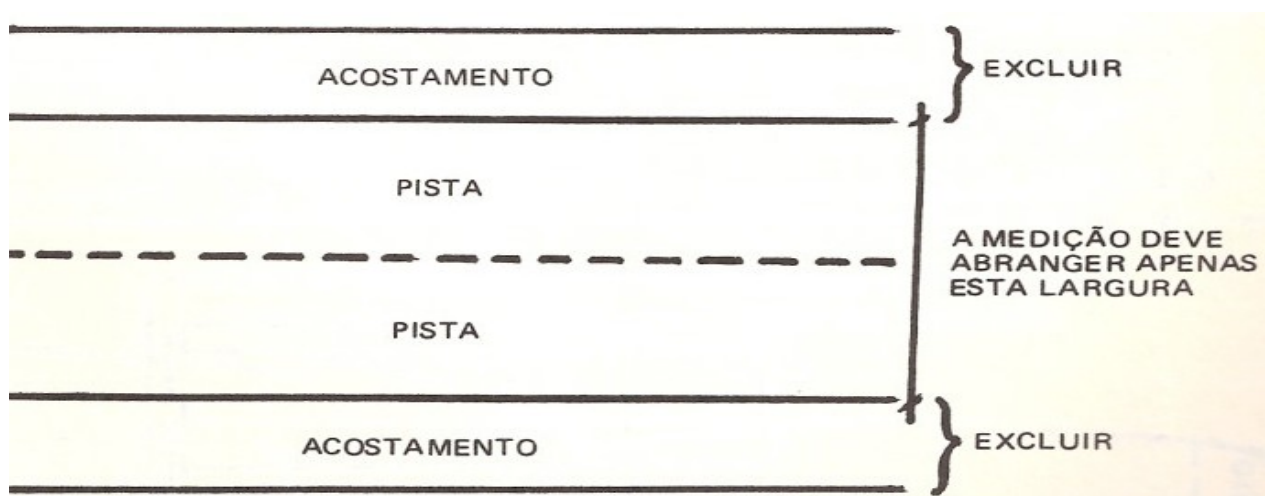
Pista com superelevação



Superlargura: Assinalar caso no local do acidente exista um alargamento da via. Atentar para certas curvas onde existe essa situação.



Largura da Pista (metros): Medida entre as faces internas das linhas de bordo. Não havendo linhas de bordo, considerar o desnível entre a pista e o acostamento como referencial.



Estreitamento: Selecionar caso exista redução da largura da pista de rolamento, podendo ser permanente ou provisório. Quando a via possuir acostamento e em determinado ponto ele deixar de existir, considerar nestes casos, excepcionalmente, como estreitamento.

Existe: Quando há estreitamento.

Não Existe: Quando não há estreitamento.

Provisório: Quando há estreitamento temporário.

Estado de Conservação: Esse item diz respeito tão somente às condições da pista de

rolamento. Não importam a sinalização ou outras questões.

Bom: Quando a pista estiver em boas condições para a circulação, sem anormalidades.

Ruim: Quando a pista estiver em condições que prejudicam a trafegabilidade e ofereça riscos aos usuários.

Regular: Quando apresentar condições de trafegabilidade, porém com pequenas anormalidades que não ofereçam riscos para os usuários.

Texto Descritivo: Registrar neste campo detalhamento de informações necessárias para melhor compreensão das condições da via, além de fazer constar a velocidade máxima permitida para o local.

Tipo de Pavimento: Refere-se ao tipo de pavimento da pista de rolamento no local do acidente.

Asfalto: Tipo de pavimento flexível que tem em sua constituição predominantemente o betume.

Cascalho: Camada utilizada como base para construção de pista de rolamento formada por material granular resultante da desintegração de rochas.

Concreto: Tipo de pavimento rígido que tem em sua constituição areia, pedra, cimento e água.

Outros: Selecionar caso o pavimento seja distinto das opções disponíveis, especificando no Texto Descritivo.

Paralelepípedo: Tipo de pavimento flexível formado por pedras de formas e dimensões regulares, assentadas em camada de areia, com ou sem rejuntamento asfáltico.

Terra: Tipo de revestimento formado por terra compactada.

Incluir: Concluído o processo de preenchimento dos campos, deve-se clicar no botão Incluir para registrar os dados. Caso algum campo esteja em desacordo, será exibida uma mensagem de erro na cor vermelha.

GUIA 3 – Veículos Envolvidos

Clicar na opção **Incluir** para dar prosseguimento na inserção dos dados

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento
1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos

Dados do Veículo

Tipo de Placa: Placa: Descrição:

Sequencial: Chassi: Cor: Ano:

Marca/Modelo: Renavam: Espécie:

Categoria: Tipo: UF:

Município:

CVC - Unidade 1

Placa: Município: UF:

CVC - Unidade 2

Placa: Município: UF:

CVC - Unidade 3

Placa: Município: UF:

CVC - Unidade 4

Placa: Município: UF:

Dados Complementares

Nº de Ocupantes: Produto Perigoso:

Município Origem: UF: País Origem:

Município Destino: UF: País Destino:

Fale Conosco | Publicações | Ajuda | Sair | Versão 04.03 | CGPLAM

Dados do Veículo

Tipo de Placa: Selecionar de acordo com o veículo envolvido.

Nacional: Quando a placa do veículo envolvido no acidente for cadastrada na Base RENAVAM no formato AAA 0000.

Ignorada: Quando a placa do veículo envolvido no acidente não for identificada.

Internacional: Quando a placa do veículo envolvido no acidente pertencer a outro país.

Obs.: No caso de veículo internacional, recomendamos atenção especial à documentação específica exigida para esse tipo de veículo. Deverá constar o tipo de documento e o número de seu registro, e no caso de veículo segurado informar o nome da seguradora, número da apólice e o nome do representante legal da empresa no Brasil, no campo Observações da Guia 5 – Condição do Veículo. Caso o tipo de veículo selecionado na Guia 3 – Veículos Envolvidos, não disponibilize o campo Observações na Guia 5 – Condição do Veículo, as informações referentes aos citados documentos deverão constar no campo Narrativa do Acidente.

Especial: Quando a placa do veículo nacional não se enquadrar nas opções anteriores.

Placa: Este campo deve ser preenchido de acordo com a opção selecionada no campo Tipo de Placa. Para placa nacional, deve-se colocar os caracteres no formato AAA 0000. Para placa ignorada, o campo não deve ser preenchido. Para placa internacional e especial, não há formato definido.

Obs.: Recomenda-se que seja utilizado o botão consulta (...) o qual disponibilizará a busca por placa ou chassi. Alguns campos relativos ao veículo, como chassi, cor, ano, RENAVAM, espécie, categoria e tipo serão automaticamente preenchidos quando do procedimento de inserção.

Descrição: Este campo deve ser utilizado para descrever o veículo com placa ignorada ou que não possua placa, podendo ser utilizado também para outros tipos de placas com objetivo de detalhar mais as características do veículo. Ex: veículos não identificados, veículos não registrados incluindo-se bicicleta, carroças, etc.

Seqüencial V: Lançar o número de ordem do veículo na ocorrência. Deve-se colocar somente o número. Ex: 1, 2, 3...

Chassi: Registrar nesse campo o sequencial do chassi.

Cor: Selecionar a cor do veículo disponível na lista de opções apropriada.

Ano: Preencher de acordo com o ano de fabricação do veículo no formato 0000.

Marca/Modelo: Selecionar através de consulta a tabela de marca/modelo do veículo envolvido no acidente.

Renavam: Registrar o número do RENAVAM do veículo envolvido no acidente, com nove caracteres.

Espécie: Selecionar umas das opções da lista pré definida, de acordo com a espécie do veículo.

Categoria: Selecionar uma das opções da lista pré definida, de acordo com a categoria do veículo. Caso a categoria seja diferente da informada pelo sistema, clique na seta ao lado da janela e selecione a correspondente na lista que aparecerá.

Tipo: Selecionar umas das opções da lista pré definida, de acordo com o tipo do veículo. Caso o Tipo do veículo seja diferente do informado pelo sistema, clique na seta ao lado da janela e selecione o correspondente na lista que aparecerá.

Município: Nesse campo, deve-se informar o município da ocorrência. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Estará automaticamente lançada pelo sistema com o comando anterior.

CVC – Unidade

Placa: Deverá ser registrada. O sistema não faz a busca automática.

Município: Nesse campo, deve-se informar o município da ocorrência. É possível digitar diretamente. Caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Estará automaticamente lançada pelo sistema com o comando anterior.

Obs.: Guia permite o lançamento de mais três unidades.

Dados Complementares

Nº de Ocupantes: Registrar o número de ocupantes do veículo no momento do acidente.

Produto Perigoso: Clicando na tecla ao lado da janela, aparecerá uma janela de pesquisa de produto perigoso. O sistema permite consulta através do número da ONU ou então pelo nome do produto. Realizadas as buscas, é só clicar na seta anterior ao produto correspondente, que as informações serão repassadas para a guia.

Município Origem: Nesse campo, deve-se informar o município de origem do veículo. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Aparece automaticamente quando comandar município.

País Origem: O sistema lança automaticamente nos casos de placa nacional. Caso seja placa internacional, clicar no botão de consulta (...) que disponibilizará a janela de pesquisa de países. Caso o país de origem seja distinto do Brasil, não há necessidade do preenchimento do município de origem.

Município Destino: Nesse campo, deve-se informar o município de destino do veículo. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Estará automaticamente lançada pelo sistema com o comando anterior.

País Destino: O sistema lança automaticamente nos casos de placa nacional. Caso seja placa internacional, clicar no botão de consulta (...) que disponibilizará a janela de pesquisa de países. Caso o país de destino seja distinto do Brasil, não há necessidade do preenchimento do município de destino.

Incluir, limpar ou voltar.

Incluir: Concluído o processo de preenchimento dos campos, deve-se clicar no botão *Incluir* para registrar os dados. Caso algum campo esteja em desacordo, será exibida uma mensagem de erro na cor vermelha.

Limpar: Limpa todos os campos da guia.

Voltar: Volta para a página inicial da guia, sem inserir os dados.

GUIA 4 – Pessoas Envolvidas

Incluir

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984				
1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos
2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento

Dados do Envolvido	
Tipo de Envolvido:	Condutor
Não Identificado:	<input type="checkbox"/>
Declaração em Anexo:	<input type="checkbox"/>
Transcrição da Declaração:	
Condições Adversas Alegadas:	Não Houve
Nº do veículo:	V1JQI-8783
Estrangeiro: <input type="checkbox"/>	

Dados de Identificação	
Nome:	João da Silva
Orgão Expedidor:	
CPF:	
Naturalidade:	
Estado Civil:	<<---Selecionar--->>
Nome do Pai:	
Nome da Mãe:	
Endereço:	
Município:	
Ocupação Principal:	
Documento de Identificação:	
UF Expedidora:	
Data de Nascimento:	
Nacionalidade:	BRASIL
Sexo:	Masculino
CEP:	
Telefones:	
UF:	
Grau de Instrução:	<<---Selecionar--->>

Dados de Origem / Destino	
Município Origem:	
Município Destino:	
UF:	
País Origem:	BRASIL
País Destino:	BRASIL

Condição do Envolvido	
Estado Físico:	Illeso
Vestígio de Ingestão de Alcool:	Não
KM Percorridos:	100,0
Socorrido pela PRF:	<input type="checkbox"/>
Dormindo:	<input type="checkbox"/>
Ignorado:	<input type="checkbox"/>
Usava Cinto:	Sim
Horas Dirigindo(HH:MM):	01:00
Usava Capacete:	Não Aplicável
Ignorado:	<input type="checkbox"/>

Dados da CNH/Condutor do Veículo	
Habilitado:	Sim
Categoria CNH:	A3E
Registro CNH:	11111111111
Data 1ª Habilitação:	10/10/1985
Validade CNH:	10/10/2010
País da Habilitação:	
UF CNH:	RS

Características Pessoais	
Apelido:	
Idade:	
Altura(m):	
Peso(kg):	
Cicatriz:	<input type="checkbox"/>
Tatuagem:	<input type="checkbox"/>
Sinal Particular:	<input type="checkbox"/>
Lesão Corporal:	<input type="checkbox"/>
Cor de Cabelo:	<<---Selecionar--->>
Cor da Cutis:	<<---Selecionar--->>
Cor dos Olhos:	<<---Selecionar--->>
Pertences:	
Dados Complementares:	

Alterar

Voltar

Dados do Envolvido

Tipo de Envolvido: Deve-se selecionar o tipo de pessoa envolvida no acidente. De

acordo com o tipo escolhido, outros campos serão habilitados para preenchimento, conforme orientações a seguir:

Condutor: Selecionada esta opção, os campos Condições Adversas alegadas e Número do veículo serão habilitados para preenchimento.

Passageiro: Selecionada esta opção, o campo Número do veículo será habilitado para preenchimento.

Pedestre, Testemunha e Cavaleiro: Nenhuma opção será habilitada.

Não identificado: Assinalar caso não consiga identificar a **pessoa** envolvida até o encerramento da ocorrência (BAT).

Estrangeiro: Assinalar nos casos de pessoas de outra nacionalidade e que não tenham o status de nacionalizados (dupla cidadania).

Observação: Recomendamos atenção especial à documentação apresentada exigida para este tipo de envolvido, detalhando-a, caso necessário, no campo Dados Complementares desta guia.

Declaração em Anexo: É necessário assinalar esse campo para habilitar a *Transcrição da Declaração*, caso o envolvido tenha reduzido a termo a sua declaração sobre o acidente. Pode ser anexada como documento na guia 10 – Fotos/Arquivos, após digitalização.

Transcrição da Declaração: Transcrever literalmente a declaração da pessoa envolvida.

Condições Adversas Alegadas: Será habilitada apenas quando a opção *Condutor* for selecionada no campo Tipo de Envolvido, escolhendo-se de acordo com a devida informação .

Nº do Veículo: Será habilitado apenas quando a opção *Condutor* ou *Passageiro* for selecionada no campo Tipo de Envolvido, *selecione* o veículo que essa pessoa ocupava.

Dados de Identificação

Observação: Registrar os dados de identificação das pessoas envolvidas de acordo com documentos de identificação fornecidos e verificados quanto a sua autenticidade, consultas realizadas em sistemas ou informações prestadas por terceiros devidamente qualificados. Neste último caso, informar a fonte no campo Dados Complementares desta guia.

Nome: Lançar o nome da pessoa envolvida. Na opção consulta de nomes, é possível consultar nomes de pessoas que tenham se envolvido em acidentes e utilizar os dados já cadastrados

Documento de Identificação: Registrar o número do documento de identificação. O campo permite caracteres alfanuméricos.

Órgão Expedidor: Registrar o Órgão expedidor do documento. Exemplo: SSP – Secretaria de Segurança Pública.

UF Expedidora: Lançar a Unidade da Federação (estado) que expediu o documento. No caso de documento estrangeiro, esse campo não deverá ser preenchido.

CPF: Lançar o número do cadastro de pessoa física do envolvido.

Data de Nascimento: Registrar a data de nascimento com dois algarismos para o dia, dois algarismos para o mês e quatro para o ano.

Naturalidade: Deve-se informar o município de nascimento do envolvido. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Registrada automaticamente pelo sistema junto com o município.

Nacionalidade: Deve-se informar o país de nascimento do envolvido. É possível digitar diretamente ou consultar e selecionar o país na tela de consulta. O Brasil já é inserido automaticamente pelo sistema.

Estado Civil: Selecionar o estado civil que corresponda à pessoa envolvida.

Grau de Instrução: Selecionar o grau de instrução que corresponda à pessoa envolvida.

Sexo: Selecionar o sexo correspondente à pessoa. A opção Ignorado serve para os casos em que a pessoa envolvida não tenha sido identificada e ou localizada.

Nome do Pai: Registrar o nome do pai da pessoa envolvida.

Nome da Mãe: Registrar o nome da mãe da pessoa envolvida.

Endereço: Registrar de forma mais completa possível.

CEP: Lançar o CEP.

Município: Deve-se informar o município de domicílio do envolvido. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Registrada automaticamente pelo sistema junto com o município.

Telefones: Registrar número(s) de telefone(s) da pessoa envolvida. Fazer constar o número do DDD.

Ocupação Principal: Deve-se informar a ocupação principal do envolvido, digitando

diretamente. Entretanto, se não for digitado exatamente como consta na tabela de ocupações, será necessário consultar e selecionar na tela de consulta.

Dados de Origem/Destino

Município Origem: Nesse campo, deve-se informar o município de origem do deslocamento da pessoa envolvida. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Registrada automaticamente pelo sistema junto com o município.

País Origem: Deve-se informar o país de origem do envolvido. É possível digitar diretamente ou então clicar no botão de consulta (...) que disponibilizará a janela de pesquisa de países. O Brasil já é inserido automaticamente pelo sistema.

Município Destino: Nesse campo, deve-se informar o município de destino do deslocamento da pessoa envolvida. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro município com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Registrada automaticamente pelo sistema junto com o município.

País Destino: Deve-se informar o país de destino do envolvido. É possível digitar diretamente ou então clicar no botão de consulta (...) que disponibilizará a janela de pesquisa de países. O Brasil já é inserido automaticamente pelo sistema.

Condição do Envolvido

Estado Físico: Selecionar a opção de acordo com o estado físico do envolvido.

Ileso: Pessoa que não apresente nenhum sinal ou sintoma de lesões provenientes do sinistro e que não seja encaminhada ao atendimento hospitalar. O fato de o envolvido ter dado entrada em unidade hospitalar não é suficiente para caracterizá-lo como ferido.

Lesões Leves: Pessoa que, por consequência do acidente, apresente algum sinal ou sintoma da lista a seguir:

- Dores em geral em área sem órgãos vitais;
- Lacerações leves, contusões e abrasões (primeiros socorros: simples curativos);
- Todas as queimaduras de 1º grau (até 10% da superfície corporal);
- Fratura e/ou luxação dos dentes;
- Dores ou rigidez musculares da parede torácica, abrasão por cinto de segurança ou por outras partes do veículo;
- Pequenas hemorragias externas;
- Pequenas entorses, luxações e/ou fraturas fechadas dos dedos;
- Contusão cerebral leve, com dores de cabeça, tonturas, mas sem perda de consciência;

- Queixas de dores de pescoço aos movimentos, sem alterações anatômicas ou radiológicas;
- Contusão e abrasão dos olhos e seus anexos;
- Fraturas expostas de dedos.

Lesões Graves: Pessoa que, por consequência do acidente, apresente algum sinal ou sintoma da lista a seguir:

1. Alterações dos sinais vitais: Frequência Ventilatória acima de 30 ventilações/mim, Frequência cardíaca acima de 100 bat/mim, perfusão periférica acima de 2 segundos;
2. Lesão cerebral com ou sem fratura de crânio, com inconsciência breve, sem amnésia pós-traumática;
3. Contusões extensas, abrasões, grandes lacerações, avulsões (menores de 7,5 cm no maior comprimento);
4. Queimaduras de 2º e 3º graus, envolvendo até 10% da superfície corporal;
5. Fratura dos ossos do crânio ou da face, sem desvio ou fratura múltipla dos ossos do nariz;
6. Laceração com prejuízo estético;
7. Dores fortes aos movimentos do pescoço, com alterações anatômicas ou radiológicas.;
8. Fraturas simples de costela ou esterno;
9. Contusão grande de parede torácica (excluindo hemotórax, pneumotórax ou distúrbios respiratórios);
10. Contusão extensa da parede abdominal;
11. Ocorrência de parada respiratória ou cardiorrespiratória;
12. Hemorragias classe II, III e IV;
13. Grandes contusões, abrasões e lacerações envolvendo mais de duas extremidades ou avulsão extensa (maior de 7,5 cm); com ou sem hemorragia severa;
14. Queimadura de 2º e 3º graus envolvendo mais de 10% da área corporal;
15. Contusão ou lesão cerebral com ou sem fratura de crânio, com período de inconsciência prolongada, com ou sem sinais neurológicos;
16. Amnésia pós-traumática;
17. Fratura fechada dos ossos do crânio, com desvio, com ou sem inconsciência;
18. Sinais de traumatismo crânio-encefálico (sinal de Bakler, olhos de guaxinim, vômito em jato ou pupilas anisocóricas);
19. Fratura composta complicada de ossos do crânio;
20. Hemorragia intracraniana;
21. Sinais de hipertensão endocraniana: confusão mental, bradicardia (menos de 60 batimento/min), aumento progressivo da pressão arterial sanguínea ou anisocoria progressiva;
22. Lesão da coluna vertebral;
23. Lesão de tórax com distúrbios respiratórios acentuados (laceração de traqueia, hemomediastino, etc.);
24. Obstrução parcial das vias aéreas superiores;
25. Laceração de aorta;
26. Perda de olho, laceração ou avulsão de nervo óptico;
27. Fratura com desvio dos ossos da face, cavidade orbitaria ou antral;
28. Fraturas múltiplas de costelas;
29. Lesão de pericárdio ou contusão de miocárdio;
30. Hemotórax ou pneumotórax;
31. Ferimentos abertos do tórax, afundamento do tórax; pneumomediastino;

32. Rotura de diafragma;
33. Lacerações ou contusões de órgãos intra-abdominais (incluindo rotura do baço, rim e lesão da cauda do pâncreas);
34. Contusão de pulmão;
35. Rotura da bexiga urinária;
36. Hemorragia retroperitoneal;
37. Avulsão ou laceração de ureter ou de órgãos genitais;
38. Fraturas de osso longo ou pélvico;
39. Entorse ou luxação de grandes articulações;
40. Amputação de membros ou múltipla de dedos;
41. Laceração de grandes nervos ou vasos de extremidades.

Obs.: O policial deve estar sempre atento às condições físicas de todos os envolvidos, especialmente em situações em que houver morte ou mutilação grave em ocupantes do mesmo compartimento do veículo; gestantes; recém-nascidos; crianças e idosos (pessoas mais suscetíveis a lesões).

Morto: Pessoa envolvida em acidente de trânsito, em óbito, com confirmação de atestado por profissional médico devidamente identificado, ou com sinais evidentes de morte identificados pelo policial, em decorrência das lesões do acidente. Considera-se acidente com morto quando o PRF responsável pelo atendimento do acidente tenha conhecimento da morte do envolvido até a passagem das informações para o Relatório de Operações Diárias – ROD. Não se restringindo somente àqueles com morte no local do acidente.

Obs.: SINAIS EVIDENTES DE MORTE:

Morte óbvia: caracteriza-se pela presença dos seguintes sinais:

- Evidente estado de decomposição;
- Decapitação ou segmentação do tronco;
- Esmagamento do corpo;
- Lesões e deformidades que descartem qualquer possibilidade de vida;
- Carbonização do corpo;
- Esmagamento de crânio com perda de massa encefálica e ausência de sinais vitais (não confundir com trauma de crânio com perda de massa encefálica, quando se deve tentar a reanimação);
- Presença de “rigor mortis”: inicia-se entre 1 e 6 horas após a morte, pelos músculos da mastigação, e avança no sentido crânio-caudal;
- Presença de “livor mortis”: estase sangüínea que depende da posição do cadáver; inicia-se entre 1h30min e 2 horas, atingindo o máximo entre 8 e 12 horas.

Ignorado: Quando não há informações a respeito do estado físico do envolvido, após esgotadas todas as possibilidades de verificação.

Obs.: É importante o policial buscar informações junto aos hospitais, para saber da existência de feridos e do grau de gravidade das lesões.

Socorrido pela PRF: Assinalar caso a PRF tenha executado alguma etapa do socorro (primeiros socorros no local e/ou transporte para uma unidade de atendimento). No caso de fazer uso de veículo de terceiros, o policial deverá fazer os devidos registros,

constando dados do veículo, como placa, condutor e os motivos de tal conduta, podendo lançar ainda como observação na narrativa.

Usava cinto: Selecionar de acordo com a situação no momento do acidente.

Sim: Quando visualizar que a pessoa usava o cinto de segurança ou constatar através das marcas deixadas pelo equipamento no corpo da pessoa, pela posição do próprio equipamento ou pela declaração da própria pessoa/testemunha.

Não: Quando declarado pela própria pessoa ou testemunhas, ou em razão da natureza dos ferimentos ou ainda por inexistência do equipamento no veículo.

Ignorado: Sempre que não for possível obter informação segura a respeito do uso.

Não aplicável: Quando o veículo não exigir, em razão de sua natureza.

Usava Capacete: Selecionar de acordo com a situação no momento do acidente.

Sim: Quando visualizar/constatar que a pessoa usava o capacete de segurança ou pela declaração da própria pessoa/testemunha.

Não: Quando declarado pela própria pessoa ou testemunhas, ou em razão da natureza dos ferimentos ou ainda por inexistência do equipamento.

Ignorado: Sempre que não for possível obter informação segura a respeito do uso.

Não aplicável: Quando o veículo não exigir, em razão de sua natureza.

Vestígio de Ingestão de Álcool: Selecionar a opção correspondente às condições da pessoa no momento do acidente.

Sim: Quando a pessoa for submetida a testes e/ou a exames que confirmem esta condição, ou apresentar sinais e sintomas, independentemente dos exames.

Não: Quando o resultado dos testes e/ou dos exames for negativo ou não houver indícios da ingestão de álcool.

Ignorado: Quando não for possível obter informação de forma precisa e confiável sobre a ingestão de álcool.

Dormindo: Assinalar, caso fique esclarecida esta condição, conforme declaração da própria pessoa, testemunha ou pela própria dinâmica do acidente.

Quilômetros Percorridos: Registrar a quilometragem percorrida desde a última parada para pernoite ou descanso. (Sugestão: períodos de descanso superior a quatro horas). Nos casos de veículos equipados com tacógrafo, buscar essas informações nos seus registros.

Ignorado: Assinalar quando não dispõe de informação a respeito da quilometragem percorrida. Nos casos de veículos equipados com tacógrafo, buscar essas informações nos seus registros.

Horas Dirigindo: Registrar o tempo de viagem desde a origem ou do último pernoite ou parada para descanso. Desconsiderar paradas para café, almoço, etc. Lançar dois algarismos para hora e dois para minutos. Nos casos de veículos equipados com tacógrafo, buscar essas informações nos seus registros.

Ignorado: Assinalar quando não dispõe de informação à respeito do tempo decorrido. Nos casos de veículos equipados com tacógrafo, buscar essas informações nos seus registros.

Dados da CNH/Condutor do Veículo

Habilitado: Esta opção somente estará disponível se a opção *Condutor* for marcada no campo *Tipo de Envolvido*. Vale salientar que este campo refere-se à origem do documento de habilitação e não à nacionalidade do condutor.

Sim: Selecionar quando constatar que o condutor é habilitado no Brasil, independentemente da categoria e do prazo de validade. Quando esta opção for selecionada, os campos constantes no item Dados da CNH/Condutor do Veículo serão ativados, exceto País da Habilitação.

Não: Selecionar quando constatar que o condutor não é habilitado.

Ignorado: Selecionar quando não conseguir localizar/identificar o condutor.

Estrangeiro: Selecionar quando o condutor portar habilitação estrangeira. Quando esta opção for selecionada no item Dados da CNH/Condutor do Veículo, só será ativado o campo País da Habilitação.

Categoria da CNH: Nesse campo deve ser selecionada a opção de acordo com a categoria da habilitação do condutor.

Registro da CNH: Deve ser preenchido com o referido número de registro.

UF da CNH: Selecionar a unidade da federação expedidora da CNH/PPD.

Data da 1ª habilitação: Lançar a data da primeira habilitação do condutor. Dois algarismos para o dia, dois para o mês e quatro para o ano.

Validade da CNH: Lançar a data de validade da habilitação do condutor. Dois algarismos para o dia, dois para o mês e quatro para o ano.

País da Habilitação: Deve ser preenchido somente para condutores habilitados fora do país. É possível digitar diretamente no campo ou consultar e selecionar o país na tela de consulta.

Características Pessoais

Apelido: Caso o condutor tenha algum apelido ou alcunha, fazer o registro.

Idade: Aparece automaticamente com inserção dos dados pessoais.

Altura (m): Registrar a altura do condutor, caso tenha tal informação.

Peso(kg): Registrar o peso (a massa), do condutor, caso tenha tal informação.

Cicatriz: Assinalar caso observe alguma cicatriz no condutor ou por informação dele. Tal informação deve ser detalhada no campo Dados Complementares.

Tatuagem: Assinalar caso observe alguma tatuagem no condutor ou por informação dele. Tal informação deve ser detalhada no campo Dados Complementares.

Sinal Particular: Assinalar caso observe algum sinal particular no condutor ou por informação dele. Tal informação deve ser detalhada no campo Dados Complementares.

Lesão Corporal: Assinalar caso o condutor apresente alguma lesão pré-existente ou algum defeito físico. Tal informação deve ser detalhada no campo Dados Complementares.

Cor do Cabelo: Selecionar nas opções de acordo com as características da pessoa. Castanho claro, castanho escuro, grisalho, loiro, preto e ruivo.

Cor da Cútis: Selecionar nas opções de acordo com as características da pessoa. Albina, amarela, branca, mulata, negra, parda e vermelha.

Cor dos Olhos: Selecionar de acordo com as características da pessoa: azul, castanho claro, castanho escuro, preto e verde.

Pertences: Lançar nessa caixa de texto as providências que foram tomadas com relação aos pertences do condutor ou aos objetos existentes no veículo acidentado. Poderão ser lançado os dados pessoais a quem foram entregues os pertences.

Dados Complementares: Lançar nessa caixa informações complementares ao esclarecimento dos campos existentes nessa guia.

Incluir, limpar e voltar.

Incluir: Concluído o processo de preenchimento dos campos, deve-se clicar no botão Incluir para registrar os dados. Caso algum campo esteja em desacordo, será exibida uma mensagem de erro na cor vermelha.

Limpar: Limpa todos os campos da guia.

Voltar: Volta para a página inicial da guia sem inserir os dados.

rentes ao ato administrativo.

Circunstância do veículo

Manobra do veículo no acidente: Selecione a opção correspondente. O sistema só permite uma escolha. Fazer constar tal informação na narrativa.

Colisão com objeto fixo: Selecionar a opção correspondente ao caso. Fazer constar tal informação na narrativa.

Colisão com objeto móvel: Selecionar a opção correspondente ao caso. O sistema só permite uma escolha. Fazer constar tal informação na narrativa.

Incêndio: Assinalar caso o veículo envolvido no acidente venha a se incendiar. Fazer constar tal informação na narrativa.

Derrapagem: Assinalar caso existam marcas de derrapagem no pavimento relacionadas ao acidente. Fazer constar tal informação no Croqui.

Marcas de Frenagem (metros): Caso existam, medi-las e registrá-las tendo o cuidado com a vírgula (décimos). Fazer constar no croqui.

Saída de Pista: Assinalar sempre que houver saída de pista, ou seja aquele evento em que o veículo sai do leito da pista, provocando danos materiais ao veículo, a terceiros e/ou pessoais. Nas rodovias dotadas de acostamento, considera-se o ponto de saída de pista o limite externo do acostamento. Fazer constar tal informação na narrativa.

Tombamento: Assinalar caso o veículo tenha tombado.

Capotagem: Assinalar caso o veículo tenha capotado.

Estado dos pneus: Selecionar a opção que corresponda às condições dos pneus do veículo acidentado. **Bom**, quando os pneus se apresentarem em bom estado, ou seja, existirem sulcos na banda de rodagem com profundidade mínima de 1,6 mm, sem desgastes irregulares, sem cortes, sem partes estufadas, sem cortes ou partes de ressola-gem soltas. Sulcos feitos em pneus sem recauchutagem, não são permitidos. **Ruim**, assinalar sempre que algum dos pneus não satisfaça aos requisitos indicados na condição bom. **Estourado**, assinalar sempre que houver algum pneu nessa condição. Caso seja constatado que o pneu estourado tenha sido fator contribuinte do acidente, este fato deverá ser descrito na narrativa.

Dados de Carga

Carregamento: Assinalar a condição que mais corresponda ao veículo entre as opções: vazio, semicarregado, carregado e sobrecarregado.

Derramamento de carga: Se houve, assinalar.

Extensão de danos: Assinalar a opção correspondente entre llesa, < ¼, de ¼ a ½, de ½ a ¾, > ¾.

Valor total da carga: Registrar o valor constante na(s) nota(s) fiscal(ais) ou em documentos correspondente a carga.

Moeda: Selecionar de acordo com a nota fiscal ou documento correspondente.

Descrição da carga: Registrar descrevendo o produto transportado. Exemplos: soja em grãos a granel; soja em sacos; toras de madeira, etc.

Áreas e Setores Danificados do Veículo: Botões (-) (menos) e + (mais), caso queira ocultar ou exibir o relatório de avarias.

Incluir/voltar: Casos de outros registros de veículos.

Alterar: Casos de outros lançamentos em veículo já incluído.

Áreas e Setores danificados do veículo:

De acordo com o tipo do veículo selecionado na Guia 3 – Veículo envolvido, o sistema automaticamente disponibilizará na Guia 5 – Condição do Veículo, Áreas e Setores Danificados, o Anexo conforme Resolução 297/2008, correspondente ao tipo de veículo.

Abrir figura: Ao clicar no botão “...” no item abrir figura, será aberta uma figura compatível ao tipo do veículo escolhido conforme Anexo previsto na Resolução 297/2008 do CONTRAN, auxiliando o policial na inspeção dos itens avariados.

Obs.: Alguns tipos de veículos não são contemplados com a disponibilização do relatório de avarias, caso em que o sistema apresentará o campo “Monta Geral do Dano”, onde o policial deverá avaliar o nível dos danos sofridos pelo veículo, enquadrando-os de acordo com as opções apresentadas, ou seja, sem danos, pequena, média e grande monta, nos termos do Incisos I, II e III do Art. 2º da Resolução Nº 297/2008 do CONTRAN.

Fotografia da lateral esquerda/direita e frente/traseira do veículo: Nesses campos deverão ser inseridas as fotografias correspondentes ao veículo sinistrado. O tamanho de cada arquivo é limitado em 1.000kb.

Justificativa pela não inclusão de alguma foto: Como preceitua o § 5º do Art. 2º da Resolução Nº 297/2008 do CONTRAN, devem ser anexadas ao BOAT, fotografias do veículo acidentado – laterais direito e esquerda, frente e traseira, devendo ser justificada a impossibilidade de juntada de imagens.

Observações: Campo destinado para demais registros necessários ao esclarecimento das condições dos veículos.

GUIA 6 – Proprietário

Inicialmente, nesta Guia aparecerão as opções Visualizar, Alterar, Excluir, e as colunas Nome/Apelido/Razão Social, Qualificação, PF/PJ? e Está na Ocor.? que tenham sido lançadas na Guia 4 – *Pessoas Envolvidas*. Caso o proprietário já conste no rol e seja pessoa física, basta clicar no botão Alterar para fazer os devidos registros. Caso contrário, torna-se necessário modificar o campo Tipo para *Pessoa Jurídica* e clicar no botão Incluir. Há a possibilidade de inclusão do Proprietário, caso não conste ainda na Guia 4. Para tanto, utilizar o botão Incluir.

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos
2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento

Estrangeiro: ☐

Nº do veículo:

Nome:

Documento de Identificação:

Orgão Expedidor:

UF Expedidora:

CPF:

Nacionalidade:

Endereço:

CEP:

Município:

UF:

Telefones:

Fale Conosco | Publicações | Ajuda | Sair | Versão 04.03 | CGPLAM

Tipo: Opções de seleção de Pessoa Física ou de Pessoa Jurídica.

Estrangeiro: Assinalar caso o proprietário do veículo seja estrangeiro.

Nº do veículo: Nesta janela constará o número sequencial do veículo e sua placa. Clicando nela, abrirá outra janela “pesquisa do proprietário” com as informações do proprietário, veículos nacionais. Comandar Incluir que as informações serão lançadas na guia do proprietário. Caso o proprietário seja diferente do constante no sistema, fazer uma nova inclusão registrando os dados mais atuais. Constará na Guia o nome do condutor e do proprietário.

GUIA 7 – Croqui

Ministério da Justiça
BRASIL
Usuário: 79360084115 - HENRIQUE FONTENELLE GALVAO DOS PASSOS

DEPARTAMENTO DE
POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL

Estrutura Viária Estrutura Operacional Comunicação Ocorrência Consultas/Relatórios Controle de Acesso Tabelas de Apoio Principal

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

2-Condição da Rodovia 4-Pessoas Envolvidas 6-Proprietário 8-Encaminhamento 10-Encerramento
1-Acidente 3-Veículos Envolvidos 5-Condição do Veículo 7-Croqui 9-Fotos/Arquivos

Croqui

LOCAL PRESERVADO
Vel. Máx. permitida: 60km/h

ACOSTAMENTO
V1
Frenagem do V1: 30,0m
V2
Via de Acesso ao Bairro X
PLACA R-1 PARADA OBRIGATÓRIA

Pistas

<-Sentido Cidade X ☐ Acostamento
Sentido-> Cidade Y ☐ Acostamento
Legenda

Dados Complementares do Croqui

Referência do Ponto A ou A' (Triângulo Retângulo): Placa de Regulamentação R-1 Parada Obrigatória
Referência do Ponto B: Vértice do Triângulo de Amarração
Latitude do Ponto C: Longitude do Ponto C:
Distância AB(m): 5,0 Distância AC(m): Distância BC(m):

Veículo	P1	Distância		P2	Distância	
		P1 A(m)	P1 B(m)		P2 A(m)	P2 B(m)
1						
2						

Fale Conosco Publicações Ajuda Sair
Versão 04.03
CGPLAM

O croqui deve ser elaborado como se o observador estivesse colocado no alto, sobre o local, devendo permitir o entendimento apropriado do acidente e das condições físicas locais, devendo ter coerência com o texto narrativo. Deve ilustrar o local do acidente de forma esquemática através de símbolos pré-estabelecidos e constantes no sistema, além de outros sinais, caso necessário, com a devida legenda. Ele deve indicar a via, com suas faixas de rolamento, sentido de circulação, sinalização, acostamento, marcas de frenagem, derrapagem, de arrastamento, de sulcamento, o sentido de deslocamento do(s) veículo(s) antes da colisão, o ponto de colisão e a posição final do(s) veículo(s).

O ponto de colisão deve ser bem definido no croqui e ter suas medidas registradas nas janelas apropriadas na guia. A indicação desse ponto, sempre que possível, é obrigatória em qualquer acidente de trânsito, independentemente de ser com

morte, lesões ou danos materiais. As medidas devem ser exatas e amarradas a dois pontos fixos no local (placas, postes, cabeceira de ponte, etc.), denominados A e B, podendo ser ainda utilizado o Triângulo de Amarração, lançando as informações no campo Dados Complementares do Croqui.

Muito embora certas informações já constem em outras guias, nunca é demais registrá-las no croqui, pois é nesse local que os interessados centralizarão suas atenções. Neste sentido também se faz necessário registrar se o local foi preservado, parcialmente preservado ou desfeito, bem como informar a velocidade máxima permitida para o local.

No croqui, deve constar para todos os veículos o deslocamento antes da colisão, o ponto de colisão e sua posição final, tudo através das legendas pré-estabelecidas no próprio sistema. Frenagens, derrapagens, buracos, projeções de corpos e outros casos, devem ser amarrados a pontos fixos e devidamente ilustrados.

<Sentido: Registrar o município mais próximo do local do acidente naquele sentido.

>Sentido: Registrar o município mais próximo do local do acidente naquele sentido.

Faixa: Ao registrar nesse campo a quantidade de faixas existentes, automaticamente o sistema importará a informação para o croqui e irá alterá-lo.

Acostamento: Assinalando esta opção o sistema automaticamente importará a informação para o croqui.

Legenda: Ao selecionar qualquer ícone existente ao lado direito do croqui e posicioná-lo no espaço interno (caixa do croqui), clicando novamente nele, automaticamente, a célula legenda ficará em condições de receber qualquer texto. O botão “a b” possibilita a inserção de texto em qualquer ponto do croqui.

Dados Complementares do Croqui

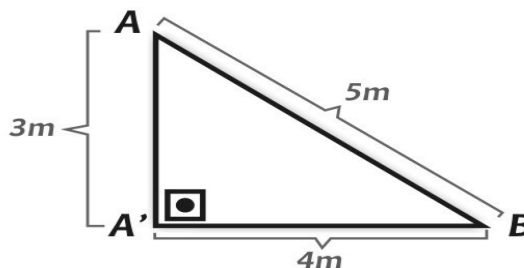
TRIÂNGULO DE AMARRAÇÃO (TA), que consiste num triângulo retângulo onde o ângulo reto (90°) será chamado de A' e os demais vértices formados com hipotenusa de A a B.

As medidas dos lados do TRIÂNGULO serão:

Cateto (A'A) = 3 m

Cateto (A'B) = 4 m

Hipotenusa = 5 m

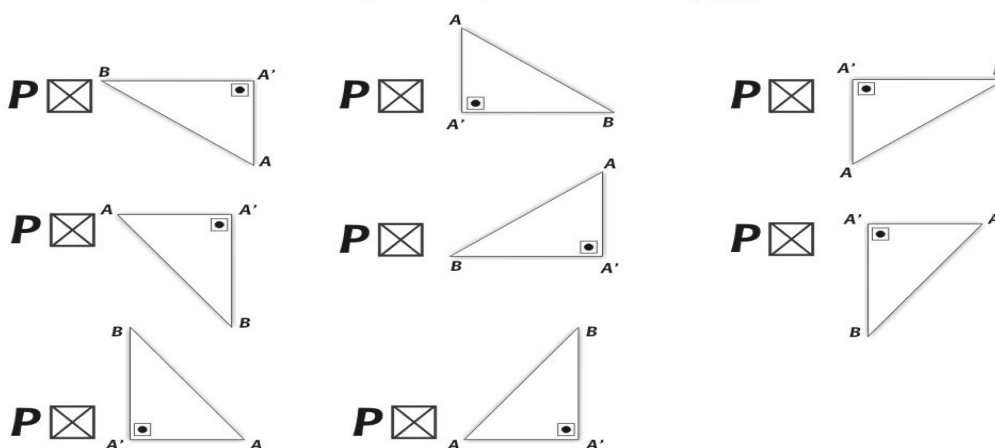


Referência do ponto A ou A' (Triângulo Retângulo): Ponto A deve ser algum objeto fixo/permanente, localizado próximo do acidente para facilitar as medidas. Registrar nesse campo a natureza do objeto. A', usado no caso de o policial fazer a amarração usando o sistema do TA – Triângulo de Amarração, o qual consiste num triângulo de amarração em que o ângulo reto (90°) é aquele cujo vértice é A', e os demais vértices formam a hipotenusa AB=5,0m e os demais catetos A'A=3,0m e A' B=4,0m. Estas medidas são fixas.

Referência do ponto B: Ponto B deve ser algum objeto fixo/permanente, localizado próximo do acidente para facilitar as medidas. Registrar nesse campo a natureza do objeto. No caso de uso do triângulo de amarração, o ponto **B** será um dos vértices.

Obs.: A utilização do TA (Triângulo de Amarração) deve obedecer à seguinte orientação: Posicionar o triângulo, preferencialmente no acostamento, sempre com um dos catetos paralelos à via. Pode-se usar algum ponto fixo no local como um dos vértices. Caso não exista nenhum ponto, posicione o TA e meça a distância entre o A' e algum ponto fixo das imediações. A partir daí, é só fazer as medições normais tais como o sistema convencional de dois pontos fixos, usando os vértices A e B do TA.

**Posicionamento do Triângulo de Amarração
em relação ao ponto fixo P (☒).**



Abaixo, aparece latitude e longitude do ponto C – sistema Palm top /GPS

Distância AB(m): Registrar a medida entre os respectivos pontos.

Distância AC(m): Registrar a medida entre os respectivos pontos.

Distância BC(m): Registrar a medida entre os respectivos pontos.

Obs.: Utilizar o método do Triângulo de Amarração somente se não houver condições de fazer pelo método convencional de dois pontos fixos.

Distâncias

O sistema disponibilizará os campos de acordo com a quantidade de veículos envolvidos. Atentar para o sequencial. Informar os vértices **P1 e P2**, selecionando os pontos de referência utilizados na amarração, registrando a respectiva distância.

GUIA 8 – Encaminhamento

Inicialmente, nesta Guia aparecerão as opções Visualizar, Alterar e Excluir, bem como as colunas Qualificação, Nome/Apelido/Placa/Descrição e Encaminhado que tenham sido lançadas na Guia 3 – Veículos Envolvidos e na Guia 4 – Pessoas Envolvidas. Para lançar os encaminhamentos, basta clicar na opção Alterar que abrirá uma nova janela com os seguintes campos:

A interface é uma janela web intitulada "Acidente". No topo, há uma barra de informações: "Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984". Abaixo, há uma barra de navegação com botões numerados de 1 a 10. O botão "8-Encaminhamento" está selecionado e destacado em azul. O formulário principal contém os seguintes campos: "Ocorrência: 359984" (texto fixo), "Encaminhamento: PESSOA - João da Silva" (texto fixo), "Tipo de Receptor:" (menu suspenso com o valor "<---Selecione--->"), "Responsável pela Recepção:" (campo de texto), "Documento do Responsável:" (campo de texto), "Data/Hora da Recepção (hora local):" (campo de texto), "Descrição do Encaminhamento:" (área de texto grande), "Motivo do Encaminhamento:" (menu suspenso com o valor "<---Selecione--->"), "Município:" (campo de texto com uma seta de expansão), e "UF:" (campo de texto). Na base do formulário, há dois botões: "Incluir" e "Voltar". Na barra de rodapé amarela, há links "Fale Conosco", "Publicações", "Ajuda", "Sair", a versão "Versão 04.03" e o logotipo "CGPLAM".

Tipo de Receptor: Selecionar a opção que corresponder ao caso.

Responsável pela Recepção: Registrar o nome, preferencialmente completo, da pessoa responsável pela recepção.

Documento do Responsável: Registrar o número do documento de identificação do receptor. Caso não disponha de tal documento, registre a informação na caixa de texto como "Ignorado".

Data/hora da Recepção: Registrar a data e hora em que ocorreu a entrega do veículo/pessoa para o receptor usando dois algarismos para o dia, dois para o mês e quatro o ano; na sequência, dois algarismo para a hora e dois para os minutos.

Descrição do Encaminhamento: Descrever a natureza do encaminhamento. Exemplos: pessoa ferida em acidente para fins de atendimento médico/hospitalar; pessoa envolvida em acidente com mandado de prisão; pessoa envolvida em acidente em caso de crime, etc.

Motivo do Encaminhamento: Selecionar a opção de acordo com a natureza do encaminhamento.

Município: Deve-se informar o município para onde se deu o encaminhamento. É possível digitar diretamente. Entretanto, caso haja outro com o mesmo nome, será necessário consultar e selecionar o município na tela de consulta.

UF: Lançada automaticamente pelo sistema junto com o comando do município.

Comandar **Incluir**. Após incluir, caso queira corrigir alguma informação prestada, e a

guia estiver aberta, é só clicar em **Voltar**, comandar em **Alterar**, realizar as devidas correções e **Incluir**. Havendo necessidade de outra inclusão, comandar **Voltar**, selecionar o que não foi encaminhado e proceder conforme já explicado.

GUIA 9 – Fotos/Arquivos

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

2-Condição da Rodovia 4-Pessoas Envolvidas 6-Proprietário 8-Encaminhamento 10-Encerramento
1-Acidente 3-Veículos Envolvidos 5-Condição do Veículo 7-Croqui 9-Fotos/Arquivos

Dados do Arquivo a Anexar

Tipos permitidos: ".jpg" e ".pdf".
Tamanho máximo de cada arquivo: 100KB

Arquivo Enviar arquivo...

Observação

Incluir Limpar Voltar

Fale Conosco | Publicações | Ajuda | Sair | Versão 04.03 | CGPLAM

Esta guia possibilita a inclusão de arquivos digitais de tamanho máximo de 100kb, com extensões “.jpg” e/ou “.pdf”. Vale salientar que só serão adicionados os arquivos que contribuam para a elucidação do acidente. Clicando na opção “incluir”, abrirá a janela “Dados do Arquivo a Anexar” onde devem ser preenchidos os seguintes campos:

Arquivo: Para inserir o arquivo é necessário que ele esteja salvo e disponível em algum periférico (equipamentos eletrônicos). Basta clicar no botão **Procurar...** e adicioná-lo. Caso o arquivo seja de extensão e/ou tamanho distintos do especificado no ato da inclusão, aparecerá uma mensagem de erro. Neste caso, clicar em **Limpar** e executar o procedimento obedecendo às especificações, ou procurar novo arquivo compatível com as especificações.

Observação: Campo destinado a informações referentes ao arquivo adicionado.

Incluir: Concluído o processo de preenchimento dos campos, deve-se clicar no botão **Incluir** para registrar os dados. Caso algum campo esteja em desacordo, será exibida uma mensagem de erro na cor vermelha.

Limpar: Limpa todos os campos da guia.

Voltar: Volta para a página inicial da guia sem inserir os dados. Caso deseje alterar ou excluir algum arquivo inserido, basta clicar na opção desejada.

GUIA 10 – Encerramento

Acidente

Comunicação: C403141 - 29/09/2009 10:00 (hora de Brasília) - Posto Zancan 100 - Ocorrência : 359984

1-Acidente	3-Veículos Envolvidos	5-Condição do Veículo	7-Croqui	9-Fotos/Arquivos
2-Condição da Rodovia	4-Pessoas Envolvidas	6-Proprietário	8-Encaminhamento	10-Encerramento

■ Informação
 ■ Advertência
 ■ Erro

Resumo do Preenchimento

Guia Condição da Rodovia preenchida.
 Guia Veículos Envolvidos com 2 veículos.
 Guia Pessoas Envolvidas com 2 pessoas.
 Guia Condição do Veículo preenchida.
 A quantidade de pessoas envolvidas (condutor e passageiros) registradas para o veículo V1 é menor que a quantidade de ocupantes informada.
 A quantidade de pessoas envolvidas (condutor e passageiros) registradas para o veículo V2 é menor que a quantidade de ocupantes informada.
 Guia proprietário com 2 proprietários.
 Há 4 item(s) na guia encaminhamento. 4 item(s) não encaminhado(s).
 Guia croqui preenchida. Obrigatória apenas para finalizar a ocorrência com status 'Encerrada'.
 Não há outra ocorrência aberta nesta comunicação.
 Status da comunicação : Atendimento Encerrado

Encerramento

Ocorrência: 359984 Status: Aberta Matrícula PRF: 1395198
 HENRIQUE FONTENELLE GALVAO DOS PASSOS

Alterar
Visualizar
Fechar

[Fale Conosco](#)
[Publicações](#)
[Ajuda](#)
[Sair](#)
Versão 04.03 CGPLAM

Aparecerá a legenda com as cores verde, laranja e vermelha indicando, respectivamente, as condições de informação (campo preenchido), advertência (alerta sobre determinada situação) e erro (falta ou conflito de informações).

Observação: A legenda de cor verde não significa necessariamente que todos os dados lançados estejam corretos. A de cor laranja não impede o fechamento da ocorrência. E a de cor vermelha não permite o fechamento da ocorrência sem antes realizar as devidas correções.

Resumo do Preenchimento

Relata a situação de cada guia de acordo com a legenda especificada anteriormente, fornecendo informações necessárias ao encerramento da ocorrência.

Encerramento

Aparece o número da Ocorrência, Status, Matrícula e Nome do PRF.

Status: Aparecerá como “aberta”. Podem ser selecionadas as seguintes opções: aberta, encerrada, anulada ou estatística.

Matrícula: Inserir a matrícula do PRF responsável caso não tenha sido inserida automaticamente.

Alterar – Visualizar - Fechar: (após mudar o Status, clicar em **alterar**. Caso queira conferir o documento antes de encerrar, clicar em **visualizar**).

XV – Considerações Finais

Os casos omissos e as dúvidas serão dirimidas pela Coordenação-Geral de Operações – CGO.

Observar os documentos disponíveis no link Publicações no Sistema BR-Brasil.

Referências Bibliográficas

Negrini Neto, Osvaldo. Kleinübing, Rodrigo. Dinâmica dos acidentes de trânsito: análises e reconstruções – 2. ed. - Campinas, SP : Millennium, 2006. p. (Tratado de perícias criminalísticas; \ v v.6)

Paulus, Adilson Antonio. Walter, Edison Luis. Manual de Legislação de Trânsito – 3.ed. Santo Ângelo: Nova Geração de Trânsito, 2009.

Aragão, Ranvier Feitosa. Acidentes de Trânsito: Aspectos Técnicos e Jurídicos – 1ª ed. Fortaleza, CE : Millennium, 2003.

Apostila da Disciplina de Acidentes e Levantamento do Local – Curso de Formação Profissional de Policial Rodoviário Federal.

Apostila do Curso de Perícia de Trânsito – Investigação e Levantamento de Dados de Acidentes – FENASDETRAN.

Lei nº 9.503/97- Código de Trânsito Brasileiro – CTB.

Resolução Contran nº 297/2008.

Instrução de Serviço nº 01/2005/ CGA/DPRF/MJ.

Instrução Normativa nº 02/2005/ DPRF/MJ.

NBR – 6061/1980.

NBR – 10697/1989.

Decreto nº 1.655/95.

Lei nº 5.970/1970.

Lei nº 6.174/1974.

Glossário de Termos Técnicos Rodoviários – DNER 1997.

Glossário de Termos Técnicos Ambientais Rodoviários – DNIT 2006.

Norma DNIT 061/2004 – Terminologia.

Portaria nº 1.375/2007 do Ministério da Justiça.